ELETTRONICA PRATICA

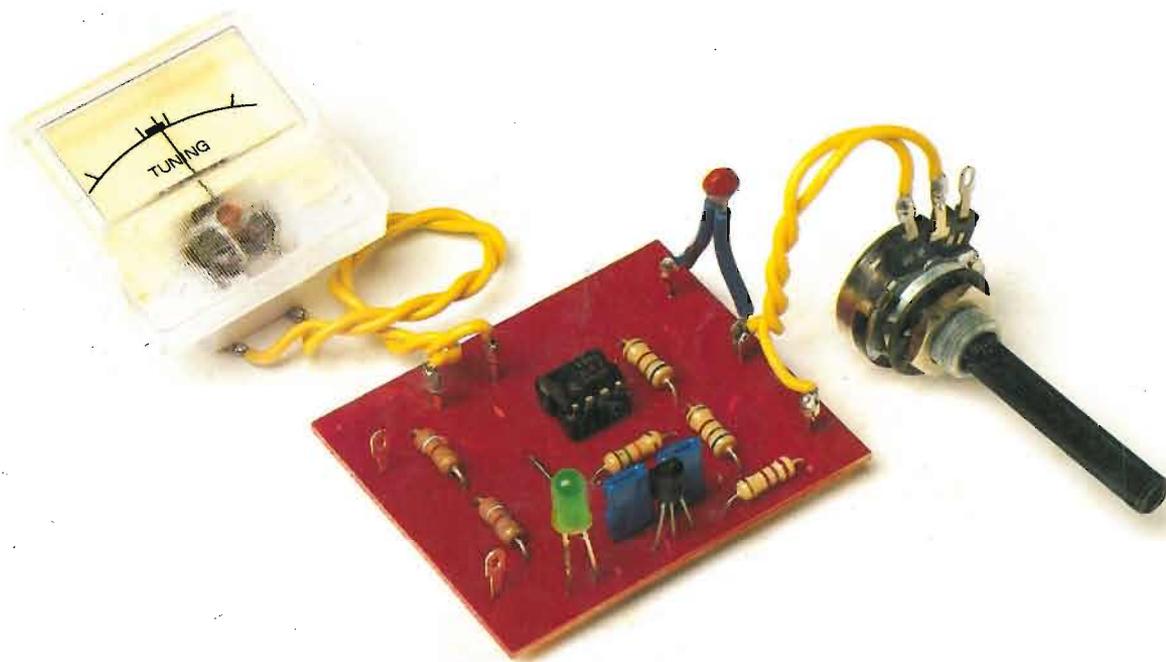
RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI DI ELETTRONICA - RADIO - OM - 27 MHz

PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3°/70 - ANNO XIX - N. 10 - OTTOBRE 1990
ED. ELETTRONICA PRATICA - VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO - TEL. 02/6697945 L. 4.500

PRIMI PASSI

TRANSISTOR MOSFET A CANALE N

INDICATORE DI CARICA PER BATTERIE

AMPLIFICATORE LINEARE LARGA BANDA 50 Hz ÷ 50 MHz

CERCASPIFFERI

STRUMENTI DI MISURA

MULTIMETRO DIGITALE
MOD. TS 280 D - L. 132.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate - Visualizzatore cristallo liquido a 3½ cifre altezza mm 12,5 montato su elastomeri - Integrati montati su zoccoli professionali - Batteria 9 V - Autonomia 1000 ore per il tipo zinco carbone, 2000 ore per la batteria alcalina - Indicatore automatico di batteria scarica quando rimane una autonomia inferiore al 10% - Fusibile di protezione - Bassa portata ohmmetrica (20 Ω) - 10 A misura diretta in D.C. e A.C. - Cicalino per la misura della continuità e prova diodi - Boccole antinfortunistiche - Dimensione mm 170 x 87 x 42 - Peso Kg 0,343

PORTATE

VOLT D.C	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 750 V
OHM	=	20 Ω - 200 Ω - 2 KΩ - 20 KΩ - 200 KΩ - 2 MΩ - 20 MΩ
AMP. D. C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A
AMP. A.C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e distinta dei componenti - Puntali antinfortunistici - Coccodrilli isolati da avvitare sui puntali.

TESTER ANALOGICO
MOD. TS 260 - L. 62.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate

Sensibilità	:	20.000 Ω/V D.C. - 4.000 Ω/V A.C.
Dimensioni	:	mm 103 x 103 x 38
Peso	:	Kg 0,250
Scala	:	mm 95
Pile	:	2 elementi da 1,5 V

2 Fusibili
Spinotti speciali contro le errate inserzioni

PORTATE

VOLT D.C	=	100 m V - 0,5 V - 2 V - 5 V - 20 V - 50 V - 100 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	2,5 V - 10 V - 25 V - 100 V - 250 V - 500 V - 1000 V
OHM	=	Ω x 1 - Ω x 10 - Ω x 100 - Ω x 1000
AMP. D.C.	=	50 μA - 500 μA - 5 mA - 50 mA - 0,5 A - 5 A
AMP. A.C.	=	250 μA - 1,5 mA - 15 mA - 150 mA - 1,5 A - 10 A
CAPACITÀ	=	0 ÷ 50 μF - 0 ÷ 500 μF (con batteria interna)
dB	=	22 dB - 30 dB - 42 dB - 50 dB - 56 dB- 62 dB

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e parti accessorie - Puntali

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

NUOVI PROGRAMMI

Se il mese di settembre è stato interamente riservato all'aggiornamento del lavoro arretrato, quello in corso rimane principalmente impegnato nella organizzazione dei futuri programmi editoriali che, in buona parte, sono maturati nel periodo delle ferie, allorché il riposo ci ha indotti alla riflessione e all'esercizio del pensiero, collegandoli inevitabilmente alla rivista. La casa editrice, dunque, evaso il cumulo di corrispondenza formatosi durante l'agosto, preso atto delle molte segnalazioni pervenuteci e visionati gli avvisi inoltrati, sta dirigendo la maggior parte delle proprie forze vitali verso l'opera di approntamento dei piani organizzativi, che troveranno la loro più naturale attuazione nei prossimi fascicoli e che si identificano nel concepire nuovi progetti, nell'istruire i vari servizi, nel proporre miglioramenti delle tecniche elettroniche. Ma di tutto ciò non è possibile anticipare nulla, per ovvi motivi di segreteria e commerciali. Anche se fin d'ora, per gratificare la partecipazione attiva di tanti lettori, vogliamo annunciare l'argomento di massimo interesse, proposto nelle prime pagine del numero di novembre: quello relativo alla costruzione di un apparato rivelatore della presenza di spie microfoniche o microtelefoni, più o meno occultati o, comunque, sottratti alla vista immediata e non sempre installati con propositi giustificabili.

ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE DI ELETTRONICA - ANNO 19 - N. 10 OTTOBRE 1990

LA COPERTINA - Propone, in primo progetto e attraverso la riproduzione fotografica del prototipo, la costruzione di un sensibilissimo termometro, con strumento analogico, idoneo all'individuazione di spifferi e correnti d'aria fredda in ogni casa.

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

disegno tecnico
CORRADO EUGENIO

stampa
TIMEC
ALBAIRATE - MILANO

Distributore esclusivo per l'Italia:
A.&G. Marco - Via Fortezza n. 27 - 20126 Milano tel. 25261 autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-12-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

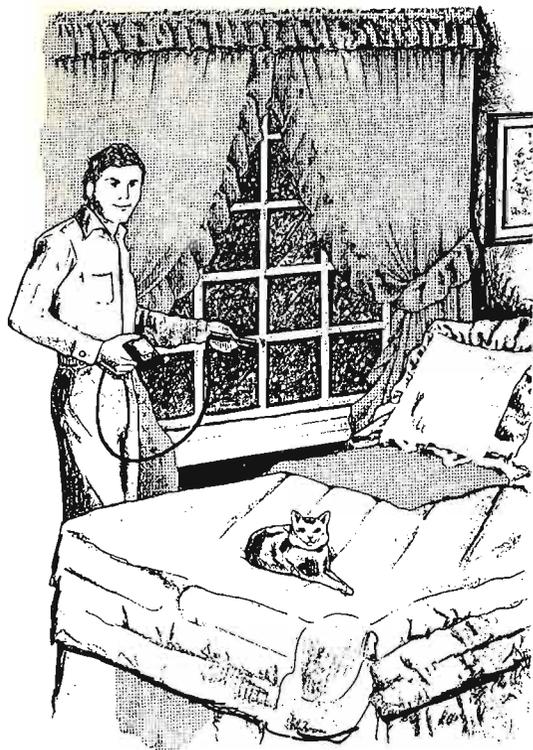
UNA COPIA L. 4.500

ARRETRATO L. 4.500

I FASCICOLI ARRETRATI DEBBONO ESSERE RICHIESTI ESCLUSIVAMENTE A:
ELETTRONICA PRATICA
Via Zuretti, 52 - 20125 MILANO

DIREZIONE - AMMINISTRAZIONE - PUBBLICITÀ - VIA ZURETTI 52 - 20125 MILANO

Sommario

20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - Telefono (02) 6697945

Preparatevi a difendervi dai rigori dell'inverno.

Localizzate, con questo sensibilissimo termometro, gli spifferi d'aria fredda.

Servitevi dello strumento per lo studio dei moti convettivi dell'aria calda.

CERCASPIFFERI

L'avvicinarsi del periodo climatico più freddo dell'anno, quello in cui molti di noi cominciano a programmare le prossime spese di riscaldamento e a studiarne ogni possibile forma di risparmio, ci sprona a disporre alcune valide difese contro i rigori invernali. Per esempio a chiudere eventuali fessure su porte e finestre, a sostituire vetri incrinati o rotti con altri nuovi e di maggior spessore, ad individuare tutti i punti della casa dove si manifestano correnti d'aria o, come più comunemente si dice, gli spifferi, per la cui segnalazione occorre un particolare strumento rivelatore, ovviamente di tipo elettronico, come quello descritto in questa sede e che abbiamo chiamato "cercaspifferi". Che in pratica è un termometro molto sensibile, idoneo a percepire variazioni di temperatura dell'ordine del decimo di grado centigrado, in modo rapido e preciso, con tutte le caratteristiche necessarie a rilevare le minime modificazioni o, meglio, i gradienti di temperatura, lungo i percorsi che convogliano il calore dalle sorgenti calde alle zone fredde. Dunque, le pratiche applicazioni, di questo dispositivo, si estendono pure all'esercizio di messa a punto e miglioramento degli impianti di riscaldamento o condizionamento termico, negli ambienti in cui si vive, si lavora o si conservano proteggendoli, i prodotti alimentari. Anche se l'impiego più rilevante del cercaspifferi rimane certamente quello sperimentale, che può realmente offrire al lettore una visione completa delle difficili leggi che governano i moti convettivi dell'aria riscaldata nello spazio tridimensionale, quando questo è discontinuo e irregolare.

L'INDICATORE ANALOGICO

Le poche espressioni di presentazione del cercaspifferi, fin qui riportate, fanno capire che, per l'uso di questo originale strumento, non è possibile servirsi di un termometro di tipo tradizionale, ad esempio a colonnina di mercurio,

che sottoporrebbe l'operatore ad una fatica improba e sicuramente inaccettabile, mentre il progetto deve necessariamente montare un modello di indicatore della temperatura totalmente elettronico, sensibile ed affidabile, munito di sensore di piccole dimensioni ed isolato dalle grandi masse, ossia direttamente immerso nell'ambiente soggetto a misura, che può essere l'aria o una qualsiasi sostanza liquida, ovviamente non infiammabile, per rendere possibili anche le indagini più complesse su elementi in rapida evoluzione dinamica. Ma i termometri elettronici attualmente reperibili in commercio, fatta eccezione per quelli caratterizzati da prezzi proibitivi o per uso medico, non sono dotati di una sensibilità sufficiente per l'impiego quì suggerito. Inoltre, questi strumenti sono equipaggiati con un indicatore digitale, che è comodo per effettuare con esattezza la lettura del valore assoluto di temperatura, ma impedisce di valutare ogni eventuale tendenza alla variazione al di sotto dell'ultima cifra del display, quando proprio tali mutazioni sono richieste dal cercaspifferi. Ecco perchè, in fase di progettazione, abbiamo orientato le nostre scelte verso l'indicatore analogico che, prima di tutto, non deve essere uno strumento di valore e, secondariamente, può sempre essere acquistato ad un prezzo accessibile al dilettante di elettronica che, inoltre, può anche recuperarlo da vecchie apparecchiature fuori uso. Perchè la precisione e la sensibilità dello strumento sono caratteristiche tecniche affidate esclusivamente al circuito elettronico. Dunque, il microamperometro ad indice, nel circuito del cercaspifferi, funge soltanto da elemento indicatore, con le sole caratteristiche necessarie di una certa robustezza meccanica e di un buon sistema di smorzamento.

Il progetto, qui pubblicato, è quello di un termometro di grande sensibilità, idoneo a segnalare variazioni di temperatura dell'ordine del decimo di grado, con rapidità e precisione. Le applicazioni si estendono pure al settore sperimentale della fisica.

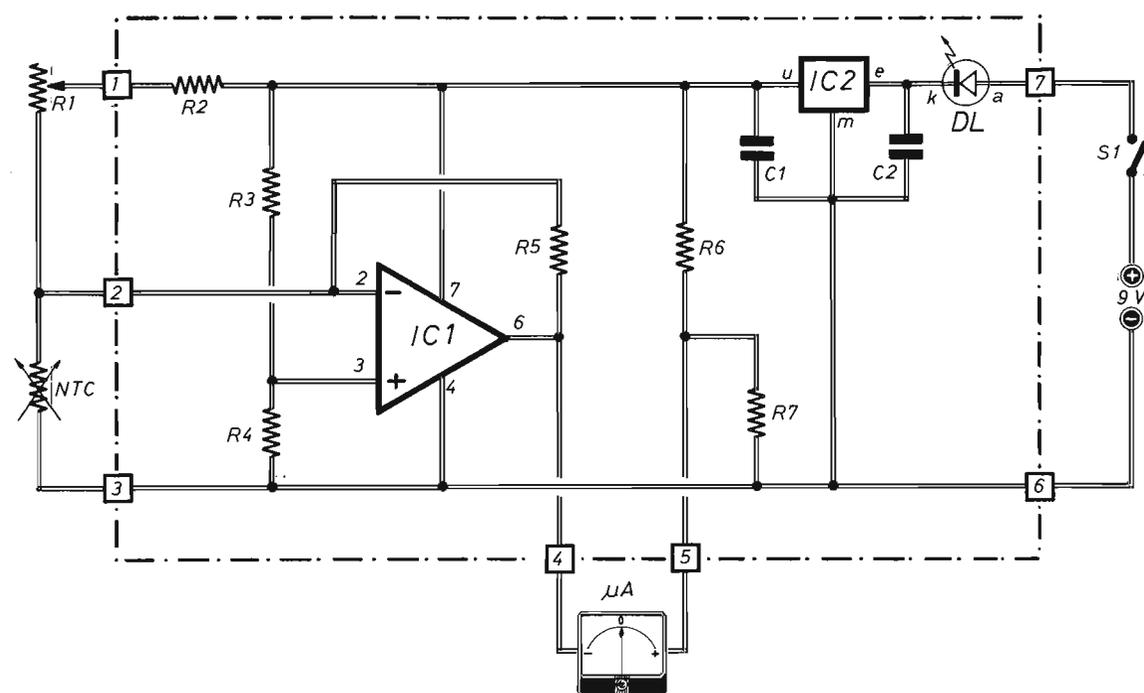



Fig. 1 - Circuito elettrico del cercaspifferi. Le linee tratteggiate racchiudono la parte destinata a formare il modulo elettronico e completamente montata su una basetta supporto con circuito stampato. La resistenza NTC rappresenta l'elemento sensore del dispositivo.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 100.000 pF (ceramico)
C2 = 100.000 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 4.700 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R2 = 2.200 ohm - 1/2 W
R3 = 6.800 ohm - 1/2 W
R4 = 6.800 ohm - 1/2 W
R5 = 22.000 ohm - 1/2 W
R6 = 3.900 ohm - 1/2 W
R7 = 3.900 ohm - 1/2 W

Varie

IC1 = µA 741
NTC = 4.700 ohm a 20°C
IC2 = 78L05
µA = microamperometro (100 - 0 - 100 µA)
DL = diodo led
S1 = interrutt.
ALIM. = 9 Vcc

IL PROGETTO

Il compito di maggior rilievo, richiesto al circuito di figura 1, è quello di tarare il microamperometro µA sullo zero centrale, una volta che il cercaspifferi si sia stabilizzato sulla temperatura di riferimento, che corrisponde a quella media di un locale, in assenza di ventilazione apparente, oppure a quella più elevata o più bassa, in modo che l'operatore, muovendosi poi con il dispositivo in mano, possa rilevare ogni variazione termica ed identificare i percorsi dei moti convettivi dell'aria, anche applicando l'elemento sensibile, ovvero la resistenza a coefficiente negativo NTC, sulle pareti dell'ambiente in cui si agisce, onde misurarne la temperatura e valutarne i gradienti termici con le loro variazioni lungo le varie direzioni.

Il progetto di figura 1 interpreta molto bene la semplicità circuitale del cercaspifferi, che deve attribuirsi principalmente all'impiego dell'integrato IC1 il quale, senza appesantire lo schema, svolge quelle molteplici e complesse funzioni per le quali servirebbero molti componenti aggiuntivi. Ma di ciò sarà detto più avanti, mentre per ora conviene soffermarci sul comportamento del circuito di figura 1.

L'integrato IC1, per il quale è stato scelto il ben noto modello µA741, pone a confronto la tensione presente sul partitore R3-R4 con quella di (R1 + R2) : NTC.

La resistenza NTC, chiamata anche termistore NTC (Negative - Temperature - Coefficient), è un componente resistivo caratterizzato da un elevato coefficiente di temperatura negativo. Pertanto, coll'aumentare della temperatura, il valore della resistenza ohmmica della NTC diminuisce notevolmente. Per esempio, il modello da noi prescritto nell'elenco componenti, sui valori di temperatura di 0°C, + 20°C, + 40°C, assume le seguenti e corrispondenti grandezze resistive:

0°C = 10.000 ohm
+ 20°C = 4.700 ohm
+ 40°C = 2.200 ohm

Fig. 2 - Le piste del circuito stampato, qui riprodotte in colore, si intendono viste in trasparenza, giacché in realtà si trovano nella faccia opposta della basetta supporto. L'integrato IC1 si applica tramite apposito zoccoletto, mentre la continuità circuitale è assicurata dalla presenza del ponticello, da applicarsi parallelamente alle due resistenze R6 ed R7, e rappresentato da un piccolo spezzone di filo conduttore di rame.

Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato da riprodurre su una delle due facce di una basetta supporto di materiale isolante, delle dimensioni di 6 cm x 5,3 cm.

Quando la resistenza interna della NTC varia anche di poco, tra i due ingressi dell'integrato IC1, quello invertente e l'altro non invertente, si crea una differenza di potenziale di alcuni millivolt, che viene avvertita ed amplificata dall'integrato.
In condizioni di equilibrio del ponte collegato all'entrata di IC1, l'uscita di questo si trova normalmente al valore di tensione di 2,5 V, ovvero alla metà esatta di quello di alimentazione di 5 Vcc e ciò grazie alla presenza delle due resistenze R3 - R4. Dunque, per effetto delle variazioni di tensione sulle entrate di IC1, l'uscita di questo può variare in più o in meno rispetto al valore di equilibrio di 2,5 V raggiunto manovrando il potenziometro R1, che consente all'indice del microamperometro di stabilirsi sullo zero centrale.
Tenendo conto che IC1 amplifica le differenze di tensione che possono manifestarsi tra i due ingressi, nella misura dipendente dal rapporto tra la resistenza R5 ed il parallelo tra R1 + R2 e la NTC, è facile ora concludere affermando che, ad un aumento della resistenza R5, corrisponde un adeguato aumento della sensibilità del circuito, ma con questa anche quello della difficoltà di taratura del cercaspifferi. Teoricamente, la massima sensibilità raggiungibile si identifica con l'omissione della resistenza R5.
La resistenza NTC rimane direttamente collegata con l'ingresso invertente di IC1 (piedino 2) per cui, se valutate in tensione, le variazioni in uscita sono opposte a quelle di entrata e ciò significa che, ad un aumento della temperatura, rilevato dalla NTC, fa riscontro un incremento della tensione sui morsetti del microamperometro μA.
Come è stato detto, lo zero centrale dello strumento analogico o, il che è la stessa cosa, il valore della tensione di riposo in uscita di IC1, vengono stabiliti dal partitore R3 - R4 a metà di quello di alimentazione e questo è il motivo per cui il microamperometro viene alimentato tramite le resistenze R6 ed R7.
Procedendo con l'esame del circuito di figura 1, si deve ricordare la presenza di un secondo integrato (IC2), per il quale si è fatto impiego del modello 78L05, che è un regolatore di tensione del tipo in serie. Questo componente provvede a stabilizzare la tensione di alimentazione a 9 Vcc, che può essere quella derivata da una pila di piccole dimensioni, sul valore di 5 Vcc.
L'impiego di una pila di alimentazione è consigliato per due precisi motivi: per rendere trasportabile l'apparecchio e perché l'assorbimento di corrente del circuito di figura 1 è di appena 5 mA circa.

CIRCUITO INTERNO A IC1

Lo schema pubblicato in figura 7, propone, in veste semplificata, il circuito interno all'integrato μA 741 che, come si può vedere, contiene ben ventidue transistor di tipo bipolare oltre che dodici resistenze, un condensatore e molti altri elementi di minore importanza. L'integrato IC1 svolge le funzioni di amplificatore con ingresso differenziale ed è in grado di amplificare deboli segnali fino ad un milione di volte! La sua uscita è simmetrica, ossia può erogare o assorbire corrente, indifferentemente, a seconda delle necessità, ma può pilotare carichi di alcune migliaia di ohm. Lo stadio di ingresso, come è stato detto, è rappresentato da un classico circuito differenziale, identificabile nei transistor Q1 - Q2, alimentato da un generatore di corrente, riconoscibile nel transistor Q8. Tale stadio consente di ottenere un buon guadagno su un'ampia gamma di tensioni, ovvero gli ingressi possono operare su quasi tutta la gamma di tensioni comprese fra i valori di alimentazione positiva e negativa, purchè la tensione applicata fra i piedini 3 e 2, cioè fra l'ingresso non invertente e quello invertente, sia la stessa, ovviamente diminuita del segnale da amplificare.
I transistor Q3 e Q4 comandano altrettanti stadi a base comune, che elevano l'impendenza di uscita del primo stadio in modo da governare ad alta impendenza lo stadio pilota dei transistor finali, segnalati, nello schema di figura 7, con Q16 e Q17 e che formano un circuito di tipo darlington. Ma è importante rilevare, a questo punto, come le ottime prestazioni di guada-

Fig. 4 - Realizzazione completa del dispositivo cercaspifferi descritto nel testo. Il circuito elettronico, lo strumento analogico, il potenziometro, il diodo led, l'interruttore S1 e la pila da 9 V sono applicati su una delle due facce di un pannello di chiusura di un contenitore. Il sensore, contenente la resistenza NTC, è collegato all'apparecchio per mezzo di un cavo della lunghezza di un metro e mezzo.

Fig. 5 - Esempio di suddivisione in gradi centigradi di una semplice scala da apporre in corrispondenza della manopola innestata sul perno del potenziometro di taratura del cercaspifferi.

gno del circuito siano legate all'impendenza elevata presente in questa zona.
Lo stadio finale è realizzato con i transistor Q14 e Q20 a simmetria complementare, che trasferiscono all'uscita il segnale di tensione, presente sui collettori di Q16 e Q17, con amplificazione unitaria, limitandosi ad amplificare la sola corrente, cioè abbassando l'impedenza d'uscita per adattarla al carico.
Il transistor Q14 e Q20 agiscono come ripetitori di emittore; più precisamente, il Q14 interviene quando occorre erogare corrente, mentre il Q20 lavora quando si deve assorbire corrente.

MONTAGGIO

La costruzione completa del cercaspifferi si esegue nel modo segnalato nello schema di figura 4, sul quale si notano le due parti fondamentali dell'apparato, quella circuitale elettronica, composta su una delle due facce di un pannello di chiusura di una scatola contenitrice e l'altra dell'elemento sonda, contenente la resistenza NTC, che va tenuto in mano e avvicinato alle diverse zone in cui si cerca di individuare la presenza di correnti d'aria.
Sul pannello di chiusura del contenitore si applicano: il potenziometro di taratura R1, il microamperometro di tipo a zero centrale µA, il diodo led che informa l'operatore sullo stato elettrico del circuito, l'interruttore S1, la pila a 9 V e il modulo elettronico, il cui cablaggio appare ben riprodotto in tutti i suoi particolari nello schema costruttivo di figura 2.
Per costruire il modulo elettronico occorre preparare una piastrina supporto di materiale isolante, bachelite o vetronite, di forma rettangolare, delle dimensioni di 6 cm x 5,3 cm e poi riprodurre, su una delle due facce di questa, il circuito stampato il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3.

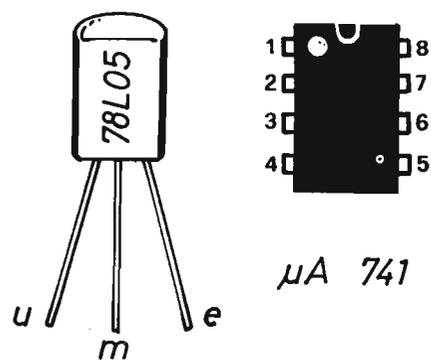



Fig. 6 - Osservando attentamente questi disegni, il lettore potrà agevolmente applicare al circuito del cercaspifferi i due integrati IC1 ed IC2, con la certezza di evitare ogni errore di cablaggio.

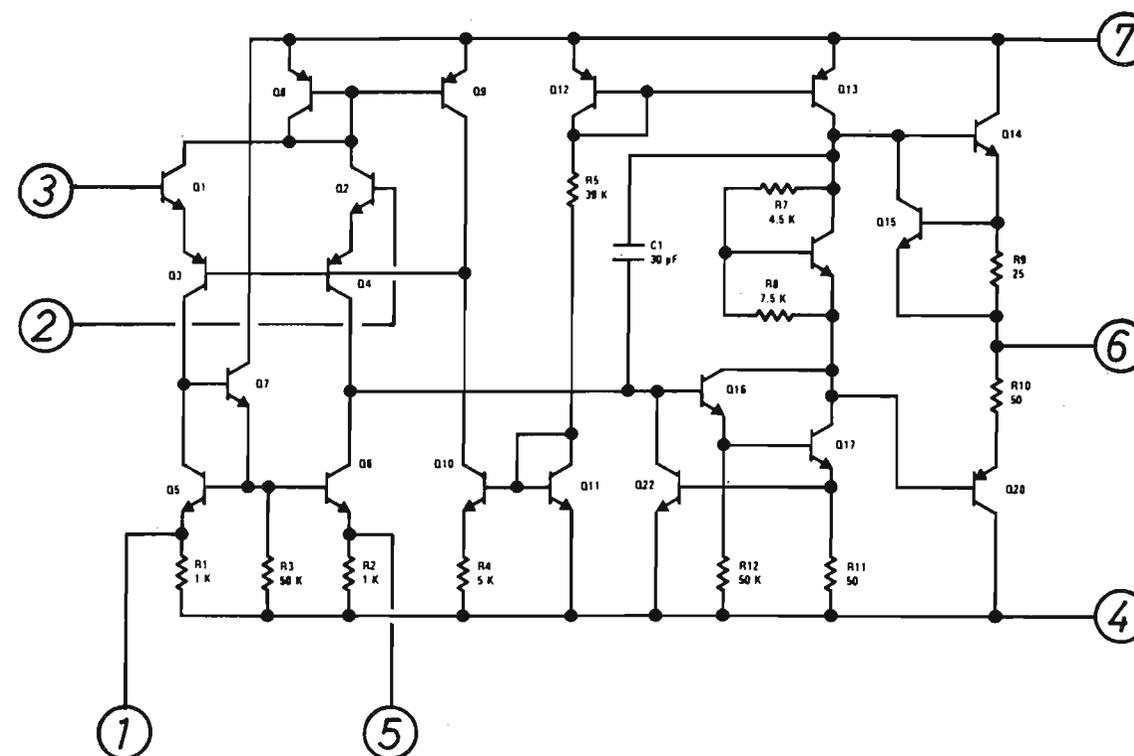



Fig. 7 - Circuito elettrico semplificato dei vari stadi contenuti internamente all'integrato µA741 utilizzato nel modulo elettronico del cercaspifferi.

Nel comporre il modulo elettronico di figura 2, si raccomanda di inserire i due integrati soltanto dopo aver consultato i disegni di figura 6, dalla quale è facile dedurre l'ordine di successione degli elettrodi di entrata (e), massa (m) ed uscita (u) dello stabilizzatore di tensione 78L05 e quello dei piedini, dall'1 all'8, dell'integrato µA741, che conviene applicare al circuito mediante apposito zoccoletto, così come è stato fatto nel prototipo riprodotto fotograficamente all'inizio dell'articolo.
Si fa presente che, in posizione parallela con le due resistenze R6 ed R7, è stato inserito un ponticello, rappresentato da uno spezzone di filo conduttore rigido di rame, che in sede di progettazione del circuito stampato ha reso più semplice la composizione delle piste di rame. Non inserendo questo elemento, il dispositivo non può certamente funzionare.
Per quanto riguarda la costruzione del tubo sonda, il lettore deve far riferimento al disegno riportato in basso di figura 4. Il tubo di plastica, della lunghezza di una decina di centimetri circa, va riempito, internamente con cotone idrofilo, sostituibile con gomma piuma o poliuterano espanso, commerciabile in bombolette spray. Con tale accorgimento il cavo conduttore elettrico diventa solidale con il tubo. Ma si tenga pure presente che è molto importante isolare il sensore dal calore erogato dalla mano dell'operatore ed eventualmente da quello di altre sorgenti, che certamente falsificherebbero le misure.
La resistenza NTC deve essere di piccole di-

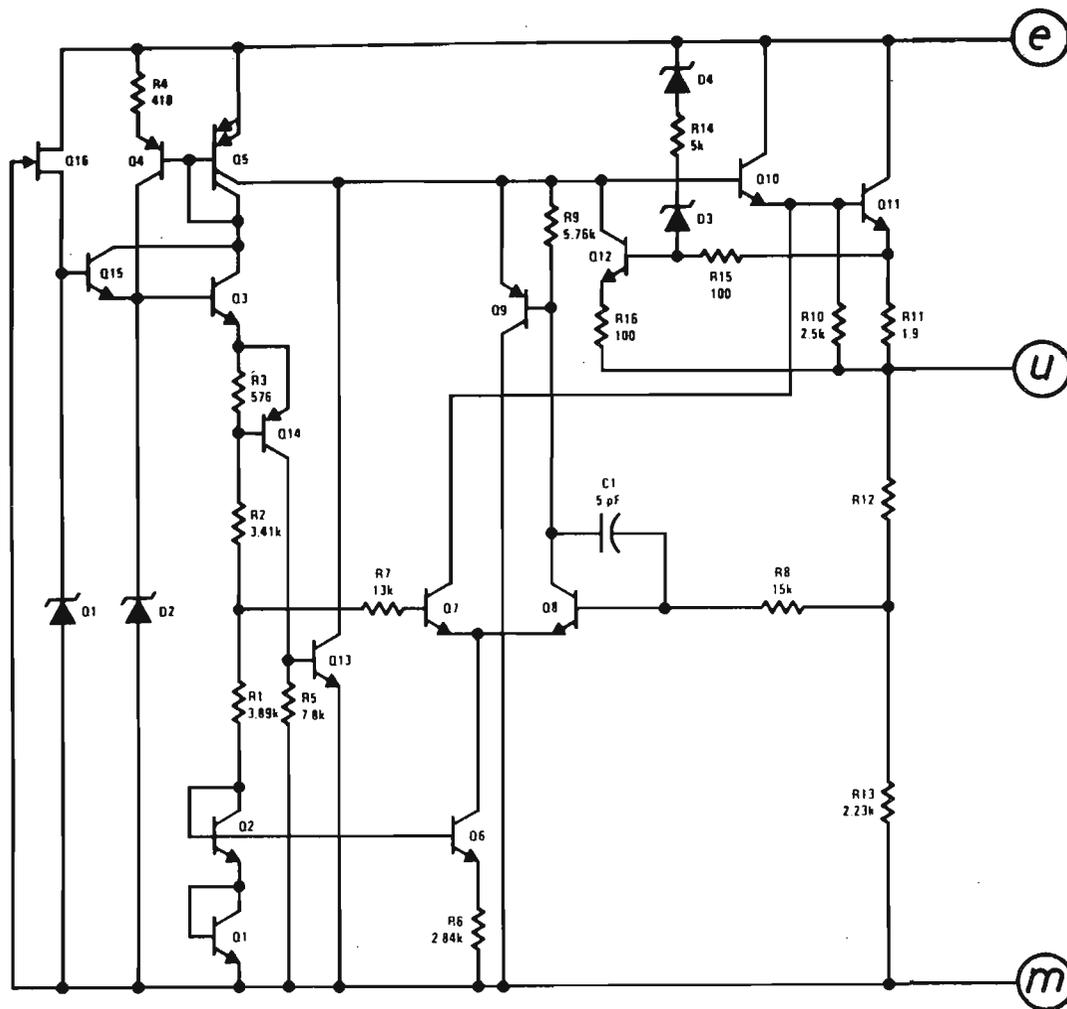
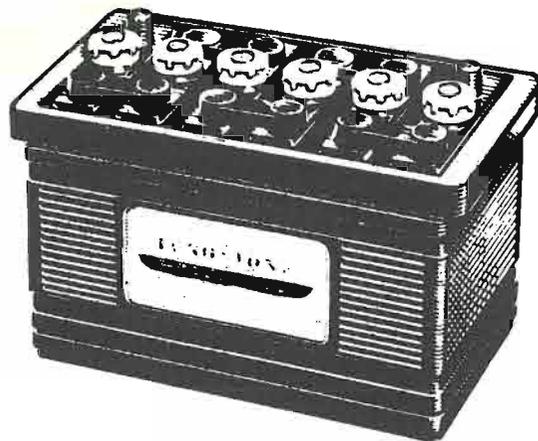



Fig. 8 - Circuito elettrico interno all'integrato regolatore di tensione, del tipo in serie, modello 78L05, che stabilizza, sul valore di 5 Vcc, la tensione di alimentazione di 9 Vcc del cercaspifferi.

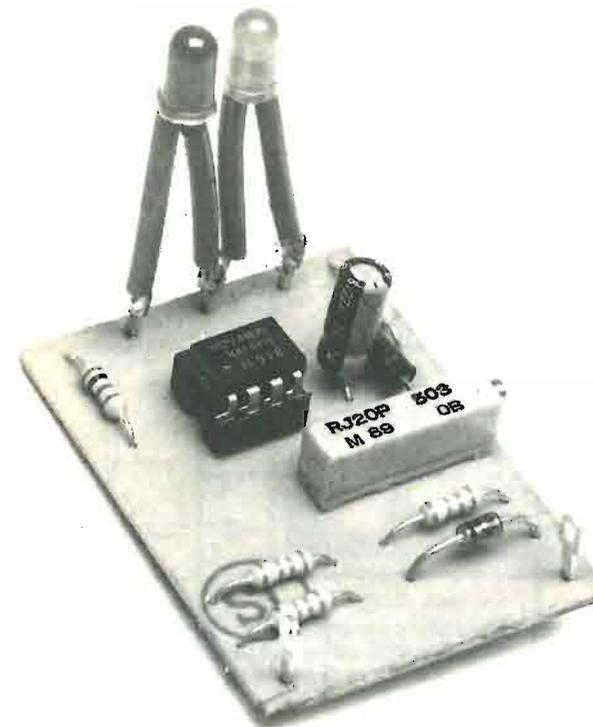
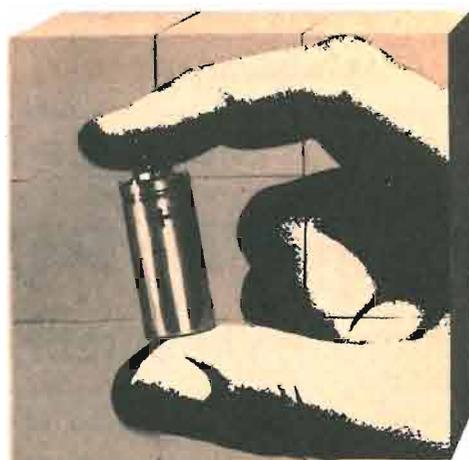
mensioni, onde favorire la velocità di risposta. Un modello come quello da noi utilizzato, del diametro di 5 mm, impiega 40 ÷ 70 secondi a stabilizzarsi. Meglio si comportano invece le piccole NTC in tutto vetro che, peraltro, vengono a costare troppo. Ad ogni modo, prima di acquistare la resistenza a coefficiente negativo, si tenga ben presente il principio per cui i modelli di minori dimensioni sono quelli che offrono risposte più veloci.

Il filo conduttore, che collega la NTC con il modulo elettronico, può essere lungo 1,5 mt. E questa è una misura sufficiente per agire con disinvoltura durante le operazioni di rilevamento delle temperature.
Il potenziometro R1, di tipo a variazione lineare, può essere vantaggiosamente sostituito con un modello multigiri o con altro di tipo demoltiplicato, onde rendere più agevole la taratura dello strumento analogico.

Taratura

Una volta realizzato il cercaspifferi e prima ancora di metterlo in servizio, si deve provvedere alla sua taratura, che consiste in una semplice operazione, quella della regolazione dell'indice del microamperometro per mezzo del potenziometro R1. Ma vediamo subito come si agisce.
Dapprima si regola R1 in modo che l'indice dello strumento analogico si stabilisca esattamente sullo zero centrale. Poi si avvicina un dito alla resistenza NTC, alla distanza di 5 ÷ 10 mm da questa e lo si tiene fermo in questa posizione per qualche tempo. Quindi, osservando lo strumento, si noterà uno spostamento verso destra dell'indice, che porta a formulare due considerazioni: il cercaspifferi segnala l'aumento di temperatura e lo strumento è stato esattamente cablato nel circuito.
Se invece l'indice si sposta verso sinistra, ciò starà a significare che il microamperometro è stato collegato erroneamente, con i morsetti invertiti. Basterà allora commutare il terminale posistivo con quello negativo per rimettere in ordine il circuito.
A questo punto conviene comporre, in corrispondenza della manopola del potenziometro R1, una piccola scala numerica, come quella pubblicata in figura 5, per la quale occorre utilizzare un termometro campione da inserire, ad esempio, in un locale in cui la temperatura staziona certamente sul valore di 18°C. Poi si regola R1 in modo che l'indice del microamperometro si fermi sullo zero centrale e si blocca, mediante la vite di fissaggio, la manopola munita di freccia o indice, in corrispondenza del valore di 18°C. Ovviamente, per stabilire la posizione esatta degli altri valori di temperatura della scala, l'operazione condotta per i 18°C va ripetuta pazientemente per i 16°C - 17°C - 19°C - 20°C, dopo aver immerso il sensore in ambienti in cui sicuramente esistono queste diverse temperature.
Soltanto adesso il cercaspifferi può considerarsi pronto per l'uso e l'operatore può soffermarsi con esso nei diversi locali dell'appartamento, indirizzandolo verso porte e finestre, ma anche lungo i muri, per individuare quei punti in cui la temperatura scende e che sono quasi sempre indizi di correnti d'aria o dispersioni termiche.
Concludiamo questo argomento ricordando che, qualora l'apparecchio fosse vittima di disturbi a radiofrequenza o di quelli a 50 Hz della rete di distribuzione dell'energia elettrica, conviene inserire, fra i piedini 2 e 6 dell'integrato IC1, un condensatore ceramico da 0.1 µF, mentre altri dello stesso valore capacitivo possono essere applicati fra i piedini 2 e 4 e fra il 3 e il 4 dello stesso semiconduttore. Queste operazioni sono praticamente indispensabili qualora si voglia aumentare il guadagno del circuito senza ricorrere alla schermatura dei cavi che raggiungono la resistenza NTC. E l'aumento di guadagno si ottiene elevando il valore ohmmico della resistenza R5. Che deve essere effettuato quando in sostituzione della NTC si voglia collegare una magnetoresistenza, allo scopo di utilizzare il circuito del cercaspifferi nello studio dell'andamento dei campi magnetici, che spesso presentano comportamenti molto complessi e difficili da prevedere e che è quindi opportuno misurare.

Un diodo led di color verde ed uno di color rosso segnalano, costantemente, le due condizioni elettriche di ogni tipo di generatore di tensione: quella di perfetto funzionamento o l'altra di stato precario.

VISUALIZZATORE DI CARICA

Questo semplice dispositivo, per la cui realizzazione occorrono soltanto due led, cinque resistenze, un condensatore, due zener, un trimmer ed un integrato, può essere di grande utilità per tutti coloro che non vogliono incorrere nella brutta sorpresa di rimanere con le batterie scariche. Perché con il circuitino spia, qui proposto ai lettori, tutti potranno usufruire di un preciso ed inequivocabile controllo delle pile che alimentano le radioline, i radiotelefoni, i ricetrasmettitori, le radiosveglie ed ogni altra apparecchiatura, portatile o no, equipaggiata con i moderni circuiti elettronici a bassissimo consumo di energia elettrica. Basta infatti adocchiare, di quando in quando, due diodi led, uno di color verde, l'altro di color rosso, per accertarsi se la sorgente di tensione continua lavora a piena carica, oppure se la corrente erogata si sta esaurendo. Ma le caratteristiche del visualizzatore di carica elettrica non si esauriscono qui, giacché le prestazioni di questo elementare monitor si estendono pure al settore dei piccoli elettrodomestici, a quello dell'automobile, per il costante controllo della batteria, alla valutazione del comportamento della tensione di rete, per divenire, infine, un utile complemento negli impianti UPS, vale a dire in quei sistemi di alimentazione che non ammettono interruzioni di sorta. Dunque, il progetto presentato e descritto in questa sede, vuol essere una precisa ed economica risposta, naturalmente di tipo elettronico, alle molteplici esigenze degli utenti delle batterie di ogni modello, della piccola pila a bassa tensione, della batteria della moto, dell'auto o dell'autocarro, ma soprattutto di quelle ricaricabili che, come è risaputo, quando si scaricano oltre un certo limite, possono rimanere danneggiate irreparabilmente.

Una pronta segnalazione, ottica ed acustica, dello stato di carica di batterie ed accumulatori.

Il dispositivo è pure adatto al controllo della tensione di rete.

È utile sull'autovettura ma, soprattutto nelle apparecchiature elettroniche alimentate con pile.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Un rapido sguardo ed alcune brevi considerazioni sul progetto del visualizzatore di carica pubblicato in figura 1, consentono subito di assimilarne il comportamento.
Sui terminali 1 - 2 dello schema si applicano i conduttori provenienti dai morsetti, positivo e negativo, della batteria che si vuol tenere sotto controllo e la cui tensione di esercizio può oscillare tra i 6 Vcc e i 24 Vcc, comprendendo, entro tali limiti, la maggior parte dei piccoli o grandi generatori di tensioni continue attualmente disponibili.
La tensione in esame viene applicata all'ingresso invertente di un comune integrato operazionale, la cui uscita provoca l'accensione del diodo led verde se la batteria si trova in ottime condizioni, mentre accende il led rosso se è scarica. Più precisamente, l'accensione del led verde visualizza uno stato elettrico della batteria di valore superiore a quello minimo prefissato tramite la resistenza regolabile R3. Il suo spegnimento, invece, che non è totale, provoca l'accensione vivace del led rosso, mentre il verde rimane ancora leggermente visibile nell'oscurità, informando l'operatore che la batteria deve essere sostituita, oppure che nel suo circuito di erogazione della corrente si è verificata un'interruzione.
Nella zona superiore del progetto di figura 1, è stato inserito il circuito di un segnalatore acustico, che può essere montato nel monitor in aggiunta a quello ottico, ovvero ai due diodi led. Con tale accorgimento, le batterie scariche provocano simultaneamente l'accensione del led rosso e l'emissione di un fischio da parte del buzzer B.A., che deve essere rappresentato da un modello di tipo attivo, ossia contenente un transistor oscillatore.
Non tutti i valori assegnati ai componenti elettronici, nell'apposito elenco, si possono assumere per la composizione di un monitor adatto al controllo di ogni tipo di batteria, dato che quelli citati valgono per i generatori di tensioni continue a 12 Vcc, ad esempio quelli delle autove-

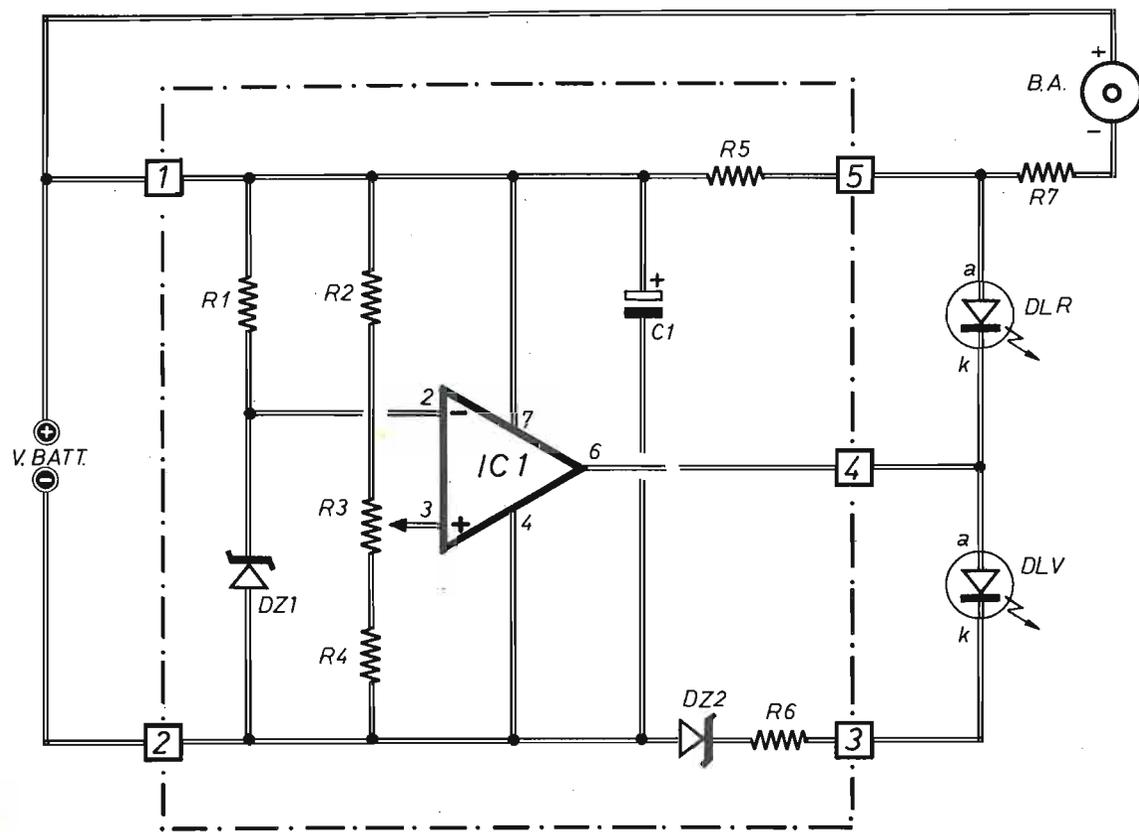



Fig. 1 - Circuito elettrico del visualizzatore di tensioni continue. La resistenza R7 ed il buzzer B.A. costituiscono due elementi aggiuntivi, di arricchimento del dispositivo, che può offrire anche un responso acustico.

COMPONENTI

Condensatore

C1 = 22 µF - 25 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 33.000 ohm - 1/4 W
R2 = 33.000 ohm - 1/4 W
R3 = 50.000 ohm (trimmer)
R4 = 33.000 ohm - 1/4 W
R5 = 1.000 ohm - 1/4 W (vedi testo)
R6 = 1.000 ohm - 1/4 W (vedi testo)
R7 = 100 ohm - 1/4 W (vedi testo)

Varie

IC1 = µA 741
DZ1 = diodo zener (9 V - 1 W)
DZ2 = diodo zener (4,5 V - 1 W)
DLV = diodo led verde
DLR = diodo led rosso
B.A. = buzzer (vedi testo)
V.BATT. = 12 V (vedi testo)

N.B. - I valori attribuiti ai componenti sono validi per la tensione in entrata di 12 Vcc. Per tensioni diverse si consulti l'apposita tabella.

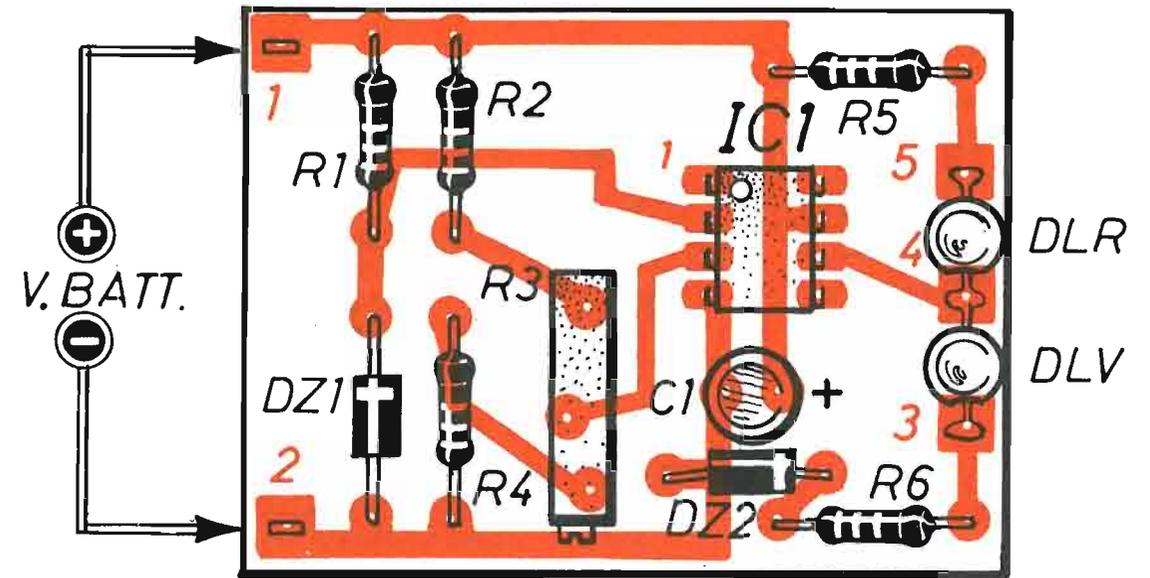



Fig. 2 - Composizione circuitale del modulo elettronico del monitor per batterie. L'accensione del diodo led verde DLV segnala la perfetta condizione elettrica della batteria in esame, mentre l'attivazione di quello rosso DLR indica il precario stato dell'elemento sotto controllo.

ture. Per la realizzazione di visualizzatori idonei al controllo di batterie con valore di tensioni diverse, occorre consultare l'apposita tabella.

ESAME CIRCUITALE

Il circuito elettrico del visualizzatore di carica è quello racchiuso fra linee tratteggiate nello schema teorico di figura 1. Esso identifica il modulo elettronico del dispositivo.

Gli elementi a destra, pilotati dall'uscita di un integrato operazionale, rappresentano gli indicatori ottici ed acustici, mentre con la sigla V.BATT. rimane simboleggiata la tensione di ingresso, da monitorare, erogata dalla batteria

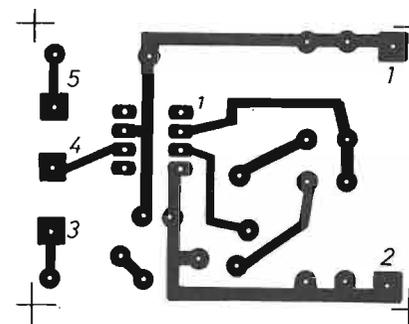



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato, da riportare su una delle due facce di una basetta supporto, di materiale isolante, delle dimensioni di 5 cm x 3,7 cm.

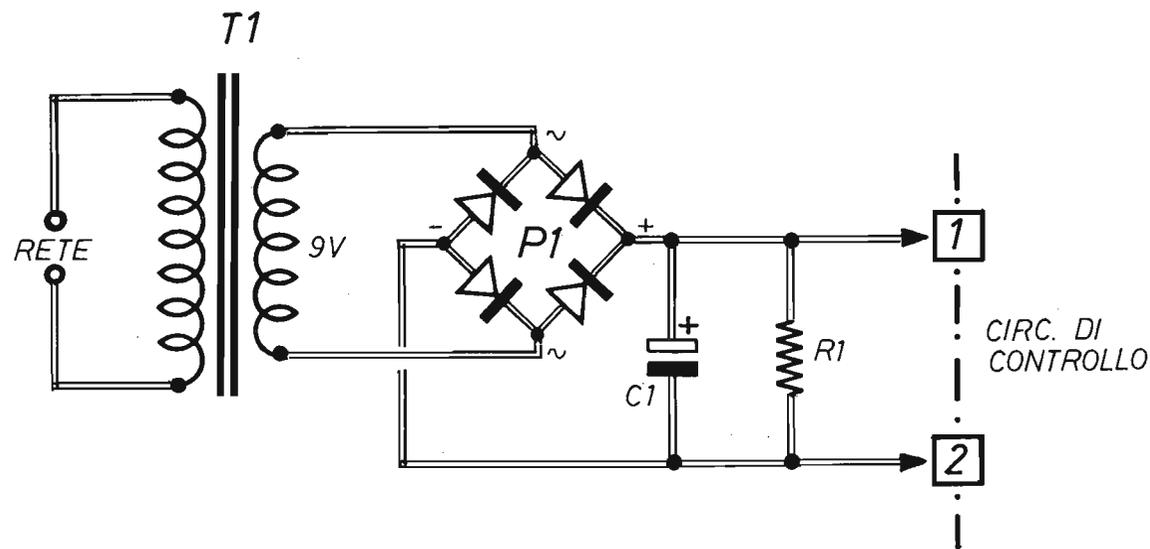



Fig. 4 - Schema elettrico di apparato riduttore, raddrizzatore e rettificatore della tensione di rete a 220 V, da accoppiare al circuito del monitor, per il controllo continuo del comportamento delle alimentazioni derivate dalle linee di distribuzione dell'energia elettrica.

COMPONENTI

C1 = 470 μF - 16 Vl (elettrolitico)
R1 = 1.000 ohm - 1/2 W
P1 = ponte raddrizz. (4 x 1N4004)
T1 = trasf. (220 Vca - 9 Vca - 0,1 A)

ed applicata, tramite controllo da parte del diodo zener DZ1, all'ingresso invertente dell'integrato μA 741.
L'alimentazione del circuito di figura 1 può essere continuata, quando le pratiche applicazioni del dispositivo interessano le comuni batterie degli automezzi, ma va interrotta ed inserita soltanto durante i controlli, quando la tensione proviene da pile o accumulatori di limitate dimensioni. Naturalmente, per realizzare tali condizioni, si deve dotare il circuito di figura 1 di apposito interruttore.
Il diodo DZ1 stabilisce la tensione di riferimento, mantenendola su un valore fisso anche nel caso in cui questa subisce delle variazioni.
Lo zener DZ1 è alimentato dalla stessa tensione posta sotto controllo per mezzo della resistenza R1.
Sull'integrato operazionale μA 741 ci siamo intrattenuti a lungo nel precedente articolo, alla cui lettura rinviamo quei lettori che, sull'argomento, volessero saperne di più. Qui ricordiamo soltanto che l'IC1 funge da comparatore tra le due tensioni applicate ai due ingressi, quello invertente, identificabile nel piedino 2 e l'altro non invertente rappresentato dal piedino 3. A quest'ultimo infatti giunge la tensione da controllare, ridotta dall'attenuatore composto dalle due resistenze R2 ed R4, ovviamente attraverso il trimmer R3, con il quale si effettua la taratura del monitor.
L'uscita dell'integrato IC1, ravvisabile nel piedino 6 del componente, assume lo stato logico "alto" se la tensione posta sotto controllo è superiore a quella di riferimento prefissata tramite R3, diventa invece "bassa" in caso contrario.
Praticamente, quando l'uscita di IC1 è "alta", rimane alimentato il diodo led verde DLV, che segnala la presenza di una tensione con valore superiore a quello di soglia, avvertendo l'operatore che la batteria si trova in ottime condizioni di funzionamento. Al contrario, quando l'uscita

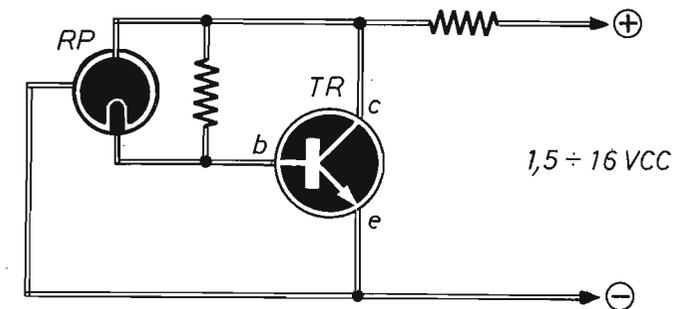



Fig. 5 - Circuito elettrico interno ad un buzzer di tipo attivo. Il transistor TR oscilla con reazione tra collettore e base, il risuonatore piezoelettrico RP (piastrina piezo) funge da altoparlante.

è "bassa", si accende il diodo led rosso DLR e, se presente, si innesca il buzzer B.A., ovvero il segnalatore acustico, informando che la batteria sta erogando una tensione di valore inferiore a quella di esercizio ed è in via di esaurimento.
A questo punto dell'esame del circuito di figura 1, facciamo notare che, mentre il dispositivo offre sempre un'indicazione corretta, quando la batteria è perfetta, accendendo il led verde DLV, la stessa cosa non si verifica in caso opposto. Infatti, se la batteria è molto scarica, oppure la tensione è assai bassa, il circuito può non attivare i due segnalatori corrispondenti, quello ottico e l'eventuale altro acustico, cioè il led rosso DLR ed il buzzer, per mancanza di una sufficiente tensione. Addirittura, in talune circostanze con l'impiego di certi integrati, quando la tensione di alimentazione è alquanto bassa, si possono verificare accensioni anomale dei diodi led, peraltro riconoscibili attraverso una intensità luminosa molto attenuata.

INSERIMENTO DEL BUZZER

Il segnalatore acustico di batteria scarica costituisce un arricchimento del visualizzatore qui descritto, ma il suo inserimento ben interpretato nello schema teorico di figura 1, non appare in quello pratico del modulo elettronico di figura 2. Infatti, non risultano inseriti, in quest'ultimo, la resistenza R7 ed il trasduttore acustico, che deve essere di tipo piezoelettrico, con buona resa sonora e minimo consumo e per il quale si consiglia un modello MURATA.
Il circuito interno del buzzer di tipo attivo è schematizzato in figura 5, nella quale con la sigla RP si indica il Risuonatore Piezoelettrico. Lo schema comprende un transistor oscillatore, nel quale la reazione avviene tra collettore e base.
La piastrina piezoelettrica, oltre che stabilire la frequenza di oscillazione, funge da altoparlante, generatore del suono, normalmente a frequenza relativamente elevata (fischio), intorno ai 1.500 ÷ 3.000 Hz.
Se il buzzer viene cablato nel circuito di un monitor per batterie a 12 V, allora il valore della resistenza R7, che non risulta inserita nel modulo elettronico di figura 2, è di 100 ohm.
Per batterie con altre tensioni, il valore della resistenza R7 è deducibile dall'apposta tabella.

CONTROLLO DI RETE

Con il monitor per tensioni continue si possono pure controllare quelle variabili e, in particolare, la tensione alternata di rete. Basta infatti trasformare queste tensioni in quelle continue per realizzare l'applicazione citata. Che può divenire assai utile quando i carichi, alimentati in alternata, non sono costanti e possono far variare la tensione di alimentazione.
Tenendo conto che il progetto del monitor di carica di figura 1 può analizzare tensioni continue, applicate in entrata, di valore compreso fra i 6 Vcc e i 24 Vcc, abbiamo progettato e presentato, in figura 4, il circuito di un riduttore-raddrizzatore della tensione alternata a 220 Vca in quella continua di 9 Vcc, con possibilità di erogare una potenza massima di 0,5 W.
Di questo circuito, considerata la sua semplicità realizzativa, non è stato pubblicato lo schema pratico, il cui cablaggio è affidato all'esperienza del lettore.

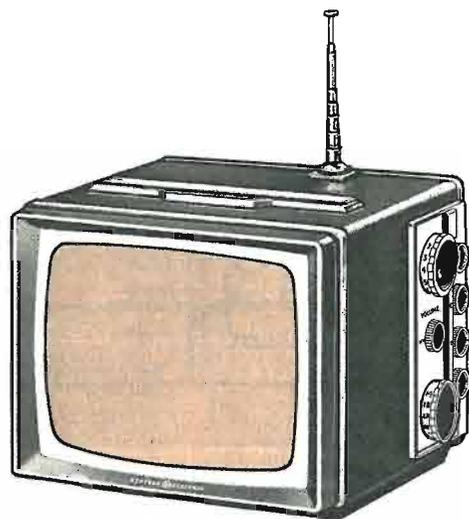



Fig. 6 - Il visualizzatore di tensioni continue rappresenta il dispositivo ideale per monitorare qualsiasi modello di batteria. Applicandolo al televisore portatile, non capiterà mai di rimanere senza immagini sullo schermo.

Per la costruzione dell'alimentatore di figura 4 occorrono un trasformatore riduttore della tensione di rete da 220 Vca a 9 Vca, della potenza di 1 W (T1), un ponte raddrizzatore, composto da quattro diodi al silicio, di tipo 1N4004, collegati a ponte, un condensatore elettrolitico da 470 µF - 16 V1 ed una resistenza (R1) da 0,5 W in rappresentanza del carico.
I terminali 1 - 2 del circuito di figura 4 vanno collegati con quelli contrassegnati con gli stessi numeri di figura 1.
Naturalmente, il circuito di figura 4 rimarrà costantemente collegato a quello del monitor di figura 1, giacché in questo caso il consumo di energia non assume alcuna importanza sotto l'aspetto economico.
Una volta realizzato l'accoppiamento dei due circuiti, l'operatore potrà disporre di un semplice, ma comodo monitoraggio del comportamento della tensione della rete di distribuzione dell'energia elettrica, per il quale, questa volta, si rende necessario l'inserimento del buzzer.

MONTAGGIO

Per la realizzazione del modulo elettronico, riportato in figura 2, si deve approntare una piastrina supporto, di forma rettangolare, di materiale isolante, bachelite o vetronite, delle dimensioni di 5 cm x 3,7 cm.
Su una delle due facce della piastrina supporto occorre riportare lo schema del circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3.
Come si può notare, il trimmer R3, con il quale si effettua la taratura del circuito nel modo che interpreteremo più aventi, è di tipo multigiri, allo scopo di fissare un preciso e corretto valore di soglia di commutazione del monitor nelle due possibili uscite, quella "alta" e la "bassa". Nulla vieta, tuttavia, l'impiego di un comune e più economico trimmer a strato di grafite.
Al momento dell'inserimento dei due diodi zener, del condensatore elettrolitico C1 e dei due diodi led DLV e DLR, si raccomanda di rispettare attentamente le polarità di questi componenti, che sono tutti elementi polarizzati. Per esempio, i due catodi dei due zener DZ1 e DZ2, si trovano da quella parte del componente in cui, sull'involucro esterno, è riportato un anellino bianco o di altro colore. Per i led, invece il catodo va identificato in quel reoforo posizionato dalla parte del componente nella quale è praticato un incavo.
Per quanto riguarda l'integrato IC1, il cui piedino 1 si trova in corrispondenza di una tacca-guida, riportata sul corpo esterno del semiconduttore, si consiglia di far uso di un apposito zoccoletto, onde evitare le saldature a stagno direttamente sui piedini del componente.
Coloro che volessero arricchire il dispositivo con il segnalatore acustico, dovranno applicare sul terminale 5, fra la resistenza R5 e l'anodo del diodo led rosso DLR, una resistenza (R7) il cui valore è segnalato nell'apposita tabella, in corrispondenza del valore della tensione che si vuol monitorare. In serie con la resistenza R7 si collegherà poi il buzzer B.A. di tipo attivo, precedentemente descritto, ovviamente nel rispetto delle sue polarità, ossia con il terminale positivo rivolto verso il morsetto positivo della batteria e con quello negativo verso la resistenza R7.
A montaggio ultimato e dopo aver tarato e collaudato il visualizzatore di tensioni continue, qualora si dovessero riscontrare dei comportamenti anomali, dovuti esclusivamente a disturbi elettrici di provenienza esterna, si potrà ovviare a tali inconvenienti inserendo, fra le coppie di piedini 7-4, 2-6, 2-4, 3-4 dell'integrato IC1, dei condensatori ceramici da 100.000 pF, con tensioni di lavoro superiori ai 25 V.

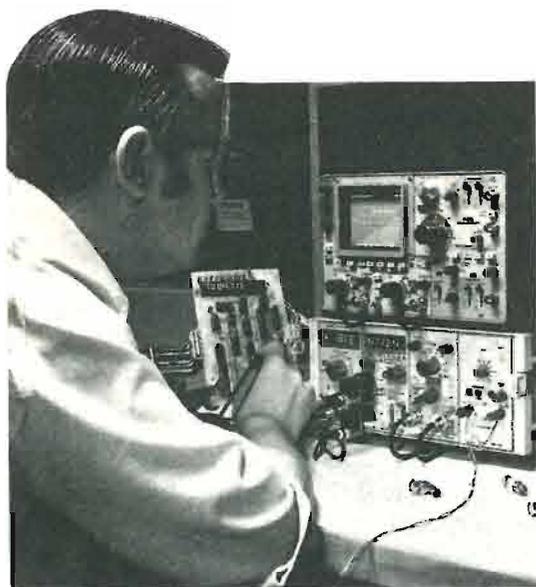
TABELLA VALORI COMPONENTI

V. BATT.	6 V	9 V	12 V	15 V	24 V
DZ1	4 V-1 W	6 V-1 W	9 V-1 W	12 V-1 W	18 V-1 W
DZ2	3,3 V-1 W	3,3 V-1 W	4,5 V-1 W	4,5 V-1 W	6 V-1 W
R5-R6	330 ohm	860 ohm	1.000 ohm	1.200 ohm	2.200 ohm
R7	0 ohm	0 ohm	100 ohm	220 ohm	1.000 ohm

TARATURA

La taratura del circuito del visualizzatore di tensioni, come è stato detto, si effettua regolando il trimmer R3. E tale operazione si rende assolutamente necessaria per tre motivi almeno. Prima di tutto per far accendere il diodo led verde DLV, quando la batteria sotto controllo si trova in condizioni di carica perfetta e, parimenti, alimentare soltanto il diodo led rosso DLR, anche se ciò non è rigorosamente sempre possibile, quando la batteria non eroga più la tensione di esercizio, cioè quella nominale. In secondo luogo per ovviare alle eventuali imprecisioni dei diodi zener che, teoricamente dotati delle stesse caratteristiche elettriche, in pratica si differenziano l'uno dall'altro per le tensioni di zener leggermente diverse. Ci riferiamo, ovviamente, in questo caso, al componente DZ1.
Ma la taratura del trimmer R3 compensa pure tutti gli errori introdotti da una certa dipendenza della tensione di zener dalle correnti di alimentazione, unitamente agli errori di offset di IC1 e a quelli provocati dalle imprecisioni ohmmiche delle resistenze.
Dunque, la taratura del trimmer R3 va eseguita nelle situazioni più sfavorevoli di temperatura a freddo o a caldo, a seconda della natura e delle ambientazioni, delle sorgenti, dato che pure le tensioni ed i loro riferimenti, diversi da 6 Vcc, sono soggetti a derive termiche. Pertanto, prima di intervenire su R3 occorre aspettare o creare quelle condizioni in cui la tensione di alimentazione assume il suo valore minimo. Soltanto ora si può regolare il trimmer R3 in modo che il diodo verde DLV si spenga e si accenda quello rosso DLR. Si tratta quindi di fissare la resistenza del trimmer R3 sul valore di tensione che si ritiene rappresenti il limite inferiore, secondo l'ordine di grandezze qui sotto elencate:

V tipica d'alim.	V max. batt.	V. min. di sicur.
6 V	7 V	5 V
9 V	10 V	8 V
12 V	14 V	10 V
15 V	17 V	13 V
24 V	28 V	19 V

Il trimmer R3 va regolato in modo che il diodo led rosso DLR si accenda sui valori segnalati nella terza colonna, che sono quelli di minima sicurezza.
Concludiamo ricordando che le operazioni di taratura del trimmer possono anche essere eseguite con l'ausilio di un alimentatore in corrente continua a tensione variabile.

La realizzazione di questo amplificatore lineare in classe A non è proponibile ai lettori principianti di elettronica. Ma è certamente consigliabile a chi deve amplificare segnali provenienti da generatori a bassa ed alta frequenza, audio e video, modulati o no, fino al valore di 50 MHz.

AMPLIFICATORE LINEARE

La realizzazione di un amplificatore lineare non è certo un'impresa facile, da consigliare a tutti i lettori. Affidiamo quindi questo argomento ai più preparati, perché i principianti, a montaggio avvenuto, potrebbero incorrere in brutte sorprese, scoraggianti o tali da porre in discussione la qualità e l'efficienza dei progetti pubblicati in questo periodico. Dunque, fatta la doverosa premessa, cominciamo col ricordare che, per amplificatore lineare, si intende un dispositivo elettronico atto a ricevere, in entrata, un segnale di tensione e di proporlo poi, in uscita, amplificato, ma senza alcuna distorsione, ovvero senza alcun mutamento della forma d'onda originale. Inoltre, l'amplificatore lineare, deve mantenere costante, il suo coefficiente di amplificazione, su tutta la gamma di frequenze nella quale si prevede l'impiego del circuito.
Taluni credono che lineari siano soltanto gli amplificatori di potenza a radiofrequenza, quelli adottati dai CB, dai radioamatori, nelle emittenti radiofoniche e televisive private. Ma ciò non è vero. Dato che, assai spesso, tali apparati lavorano in classi non lineari B e C, pure svolgendo egregiamente il loro compito. E un esempio in tal senso proviene dagli amplificatori a modulazione di frequenza, i quali funzionano sempre in classe C. Il nostro, invece, è interamente concepito per la classe A, che è la più lineare fra tutte.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Il circuito dell'amplificatore pubblicato in figura 4 può vantare, fra i limiti di frequenza di 50 Hz e 50 MHz, un'amplificazione costante di 10. E ciò significa che, qualsiasi segnale, applicato all'entrata dell'apparecchio, assume in uscita un livello di tensione dieci volte superiore.
Un secondo elemento, in grado di conferire grande interesse al progetto qui proposto, va rilevato nella sua particolare gamma di frequenze di lavoro, che scende al di sotto dei 50 MHz, contrariamente a quanto accade nella maggior parte degli amplificatori lineari per radiofrequenze, che attualmente abbondano in commercio in una lunga serie di modelli, più o meno sofisticati e quindi più o meno costosi, ma le cui bande di frequenze si estendono fra i 50 MHz e i 250 MHz, oppure fra i 250 MHz e i 900 MHz.
Per quanto riguarda la destinazione del progetto di figura 4, possiamo affermare che questo potrà rivelarsi adattissimo all'amplificazione dei segnali video, di quelli modulati o no, provenienti da generatori a bassa frequenza e da quelli a radiofrequenza, fino al valore limite di 50 MHz. In particolare, questo dispositivo diverrà alquanto utile al radioamatore che deve amplificare il segnale di un VFO.
La massima tensione applicabile all'ingresso del circuito di figura 4 è di 0,2 Vpp, come segnalato nel diagramma A di figura 1, nel quale si nota come, superando i limiti di ± 0,2 V, il segnale è soggetto a distorsione, vale a dire che, al di là dei valori citati, si manifesta distorsione per saturazione, tecnicamente definita con "clippeggio". Il quale rimane segnalato nelle zone tratteggiate nel diagramma B della stessa figura, anche se manca una precisa proporzione tra

Massima tensione input: 0,2 Vpp.

Può lavorare sulla banda larghissima di 50 Hz ÷ 50 MHz.

L'amplificazione è costante, su tutta la gamma, nella misura di dieci volte.

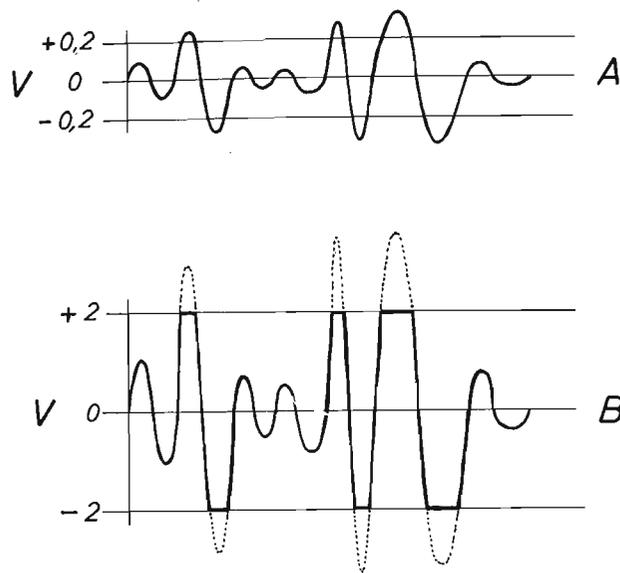



Fig. 1 - La massima tensione applicabile all'ingresso dell'amplificatore lineare è di 0,2 Vpp (diagramma A). Superando tali limiti, i segnali subiscono fenomeni di distorsione per saturazione (diagramma B). Fra le due rappresentazioni grafiche, per motivi di immediata e facile interpretazione, non è stata rispettata una corretta proporzione.

le due espressioni grafiche, che tuttavia interpretano sufficientemente i concetti di tensione INPUT o OUTPUT, da tenere ben presenti durante l'impiego dell'amplificatore.
Neppure i segnali troppo deboli possono essere amplificati dal circuito di figura 4, perché quelli di valore inferiore ad alcuni millivolt verrebbero coperti dal rumore di fondo, sempre generato dai transistor contenuti nell'integrato IC1, che sono ottimizzati per segnali ampi e di tipo logico. Infatti, i transistor bipolari, quando sono forzati a condurre correnti elevate, tendono a lavorare lentamente nello stato di saturazione e per questo motivo vengono sottoposti a processi di ionizzazione, che consentono rapide opposizioni alla saturazione, ma che inevitabilmente aumentano il rumore di fondo. Al quale si aggiunge pure quello autogenerato dall'amplificatore a larga banda o captato su una banda tanto estesa. Dunque, il progetto di figura 4 non deve essere adibito all'amplificazione di segnali deboli, come ad esempio quelli provenienti da un'antenna, a meno che questi ultimi non siano già stati elaborati in precedenza.

PROGETTO DELL'AMPLIFICATORE

Il progetto dell'amplificatore lineare deriva il suo comportamento da quello dell'integrato IC1, al quale sono collegati alcuni condensatori esterni, una resistenza ed uno stabilizzatore di tensione, rappresentato da un secondo integrato (IC2), il quale riduce la tensione di alimentazione, che può variare fra i 9 Vcc e i 15 Vcc, al valore costante di 5 Vcc. Dunque, osservando lo schema di figura 4, è facile convincersi che, per interpretare il funzionamento dell'amplificatore lineare, si deve principalmente analizzare l'integrato IC1. Per il quale è stato utilizzato un modello appartenente alla famiglia TTL (Transistor - Transistor - Logic), esattamente il 74H10 che, come si può notare nello schema a blocchi di figura 2, è un triplo NAND, in cui ogni funzione logica è dotata di tre ingressi. Il circuito di figura 3, invece, interpreta la composizione elettrica interna di una sola sezione NAND, nella quale lavorano ben cinque transistor, praticamente senza collegamenti con fili conduttori. E in ciò consiste il grande merito acquisito dagli integrati in questo particolare settore dell'elettronica. Infatti, basta pensare che, la realizzazione di un amplificatore lineare, con le caratteristiche di quello qui presentato, ma concepito con normali transistor, avrebbe dato origine a delle controreazioni sempre più forti coll'aumentare della frequenza di lavoro, pur limitando, nella misura praticamente e

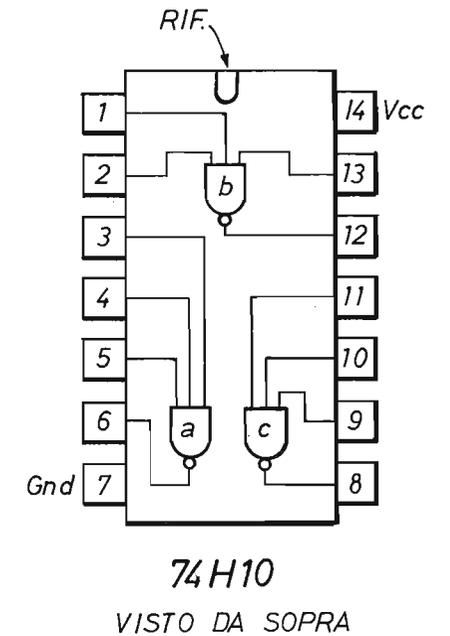



Fig. 2 - Schema a blocchi dell'integrato 74H10, montato nel circuito dell'amplificatore lineare e composto da tre funzioni NAND, di cui una soltanto viene utilizzata nel progetto descritto nel testo.

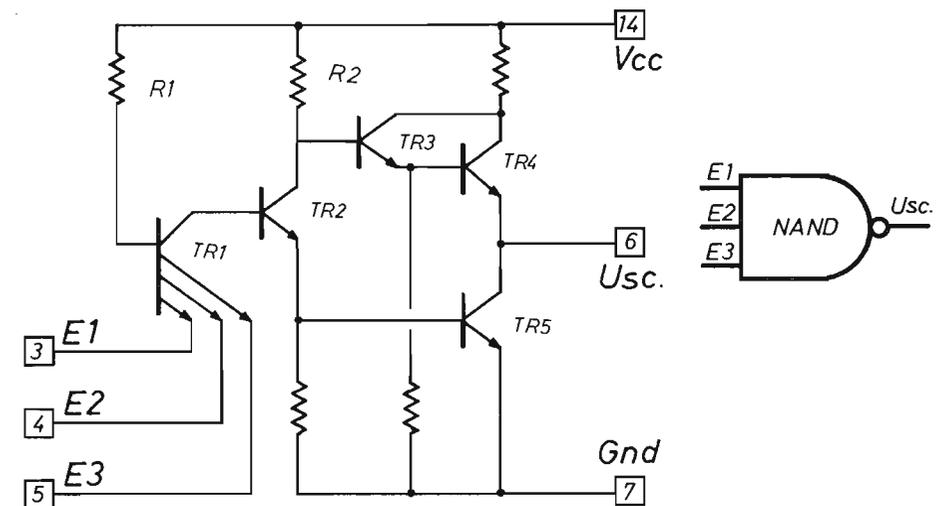



Fig. 3 - Circuito elettrico interno ad una funzione NAND dell'integrato amplificatore 74H10 appartenente alla famiglia TTL (Transistor - Transistor - Logic).

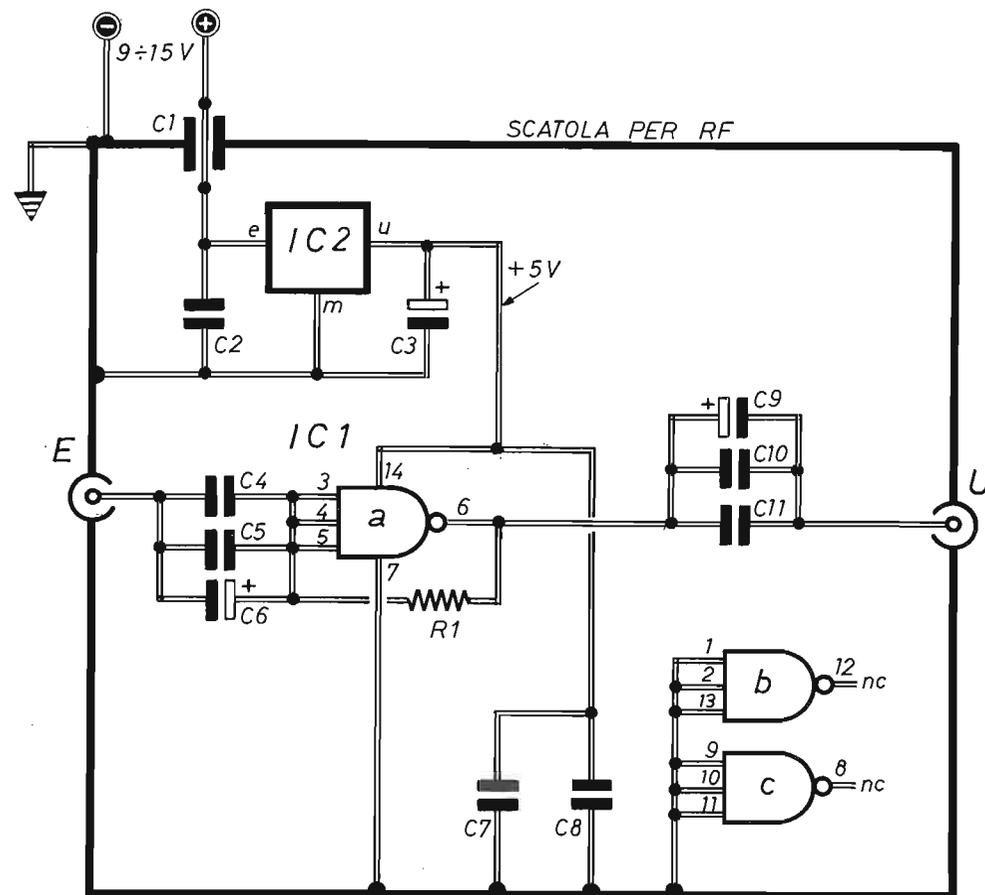



Fig. 4 - Progetto completo dell'amplificatore lineare, nel quale si utilizza la sola sezione "a" dell'integrato IC1, mentre rimangono inutilizzate le sezioni "b" e "c", le cui uscite non sono collegate (nc) e non debbono essere cortocircuitate per nessun motivo. La funzione del condensatore C1 è soltanto quella di elemento passante per la linea della tensione di alimentazione positiva.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 1.000 pF (passante)
C2 = 100.000 pF (ceramico)
C3 = 2,2 µF - 16 VI (elettrolitico)
C4 = 10.000 pF (ceramico)
C5 = 100.000 pF (ceramico)
C6 = 47 µF - 6 VI (al tantalio)
C7 = 100.000 pF (ceramico)
C8 = 10.000 pF (ceramico)
C9 = 47 µF - 6 VI (al tantalio)
C10 = 100.000 pF (ceramico)
C11 = 10.000 pF (ceramico)

Resistenza

R1 = 180 ohm - 1/2 W

Varie

IC1 = 74H10
IC2 = 7805
Bocchettoni = BNC
ALIM. = 9 Vcc ÷ 15 Vcc

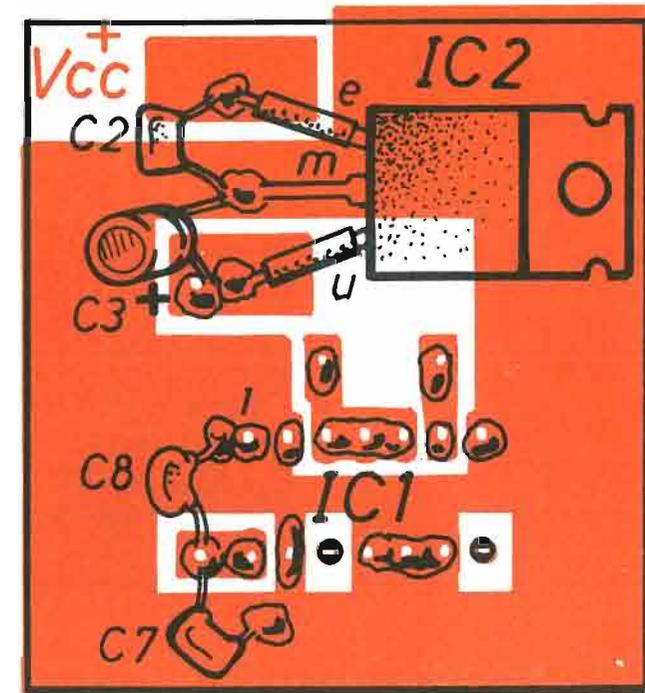



Fig. 5 - Questa è la parte del modulo elettronico dell'amplificatore che rimane evidenziata nel montaggio completo dell'apparato. Essa si identifica con la faccia, della basetta supporto, in cui è impresso il circuito stampato e dove si applica la maggior parte dei componenti, contrariamente a quanto avviene nei cablaggi dei moduli di tipo comune.

maggiormente possibile, la lunghezza dei conduttori, per apprezzare gli enormi vantaggi offerti dagli integrati nei confronti dei circuiti discreti. Perché le controreazioni avrebbero influito negativamente sul processo di amplificazione, secondo una legge direttamente proporzionale con l'incremento della frequenza.
L'integrato 74H10, che può funzionare fino ai 50 ÷ 60 MHz, è stato concepito per lavorare nella logica transistor-transistor, con segnali input "0" o "1". Per adattarlo quindi alla classe lineare, si è dovuta inserire la resistenza R1 di controreazione, che mantiene la tensione d'uscita sullo stesso valore di quella d'ingresso. In pratica, una porzione del segnale sfasato in uscita viene riportato all'entrata, con lo scopo di linearizzare e stabilizzare il circuito. E, in tale condizione anomala, l'integrato lavora perfettamente. Anche se delle tre sezioni che lo compongono se ne può utilizzare una soltanto, a causa dell'aumento della dissipazione.
Concludiamo qui la prima parte interpretativa del progetto di figura 4, ricordando che, nei due circuiti d'ingresso e d'uscita, della sezione "a" di IC1, sono stati inseriti tre condensatori, due di tipo ceramico ed uno al tantalio, collegati in parallelo tra loro, la cui funzione consiste nel diminuire le induttanze dei reofori e nell'eliminare le risonanze tipiche dei condensatori.
Aggiungiamo ancora che le impendenze input e output si avvicinano al valore di 50 ohm e che l'alimentazione circuitale deve essere effettuata con la tensione stabilizzata di 5 Vcc, garantita dalla presenza dell'integrato IC2, per il quale è stato scelto il modello 7805. Ma cerchiamo di analizzare ora un po' più dettagliatamente il circuito interno di una funzione NAND dell'integrato IC1.

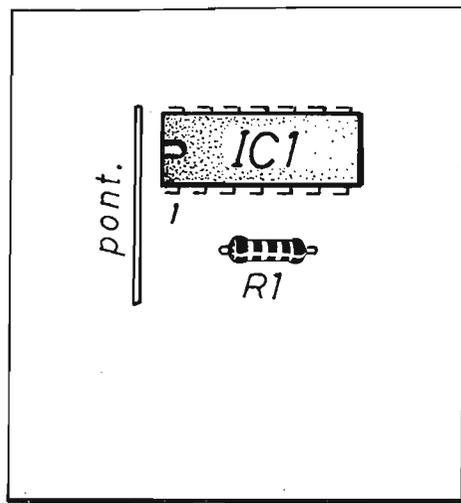



Fig. 6 - Sulla faccia della basetta supporto, opposta a quella in cui è composto il circuito stampato, si applicano soltanto la resistenza R1, il ponticello, che conduce la corrente continua di alimentazione dall'uscita dell'integrato IC2 al piedino 14 di IC1 e, infine, lo stesso IC1, i cui piedini debbono essere saldati a stagno direttamente sulle corrispondenti piste di rame dello stampato, senza ausilio di zoccolo.

CIRCUITO INTERNO A IC1

Il circuito integrato 74H10, come abbiamo già detto, appartiene alla famiglia integrata TTL, che interpreta la logica a transistor-transistor, nella quale le funzioni impiegano, in veste di elementi attivi, soltanto transistor, anziché diodi e transistor, come accadeva nella precedente famiglia DTL. Ed è stata concepita per funzionare con la tensione di 5 V, con una tolleranza di più o meno il 5%.
La funzione, utilizzata nel circuito dell'amplificatore lineare di figura 4, è quella di inverter e ciò significa che l'uscita è sempre la "negazione" dell'ingresso, ovvero che ad una entrata allo stato logico "alto" corrisponde un'uscita "bassa", oppure, ancora, che l'uscita si trova in controfase con l'ingresso.
Per realizzare quanto ora detto si è fatto impiego di una porta NAND a tre ingressi, che per avere l'uscita allo stato logico "basso", deve necessariamente garantire agli ingressi lo stato logico "alto". Pertanto è necessario collegare tutte assieme le entrate, se si vuole raggiungere la condizione di inverter.
Il primo stadio, del circuito di figura 3, è pilotato da un transistor con tre emittori, che equivale a tre transistor con basi e collettori in comune, ma con gli emittori separati, anche se si tratta, tecnologicamente, di un unico componente. Ora, se tutte le entrate E1 - E2 - E3 sono aperte o polarizzate con tensioni superiori ai 3 V, la giunzione diodica base-collettore di TR1 va in conduzione, mentre la resistenza R1 inietta corrente sulla base di TR2 che, conseguentemente, va in conduzione, accendendo TR5 e spegnendo TR3 e TR4. L'uscita, in questo caso, raggiunge lo stato logico "basso".
Quando almeno uno degli emittori del transistor TR1 va a massa, la corrente che fluisce attraverso la resistenza R1 raggiunge la stessa destinazione attraverso la giunzione diodica base-emittore di TR1. Ma questa corrente, ora, non raggiunge più il transistor TR2, il quale si spegne, spegnendo pure TR5. I transistor TR3 e TR4 vengono allora accesi dalla corrente che attraversa la resistenza R2.
Da quanto finora detto è facile arguire che il circuito di figura 3 lavora più in corrente che in tensione e ciò favorisce le basse impendenze e le alte velocità, che sono tipiche di questa famiglia di integrati e vengono quindi sfruttate nei circuiti a radiofrequenza.
Il dimensionamento tipico dei componenti interni ad IC1, ed in particolare quello della resistenza R2, sono tali da ridurre relativamente a quella assorbibile da TR5 sui livelli bassi, la corrente che il transistor TR4 può fornire sui livelli alti d'uscita. Ciò in pratica, nel funzionamento lineare e con carichi d'uscita molto bassi, potrebbe provocare dissimmetrie o distorsioni che,

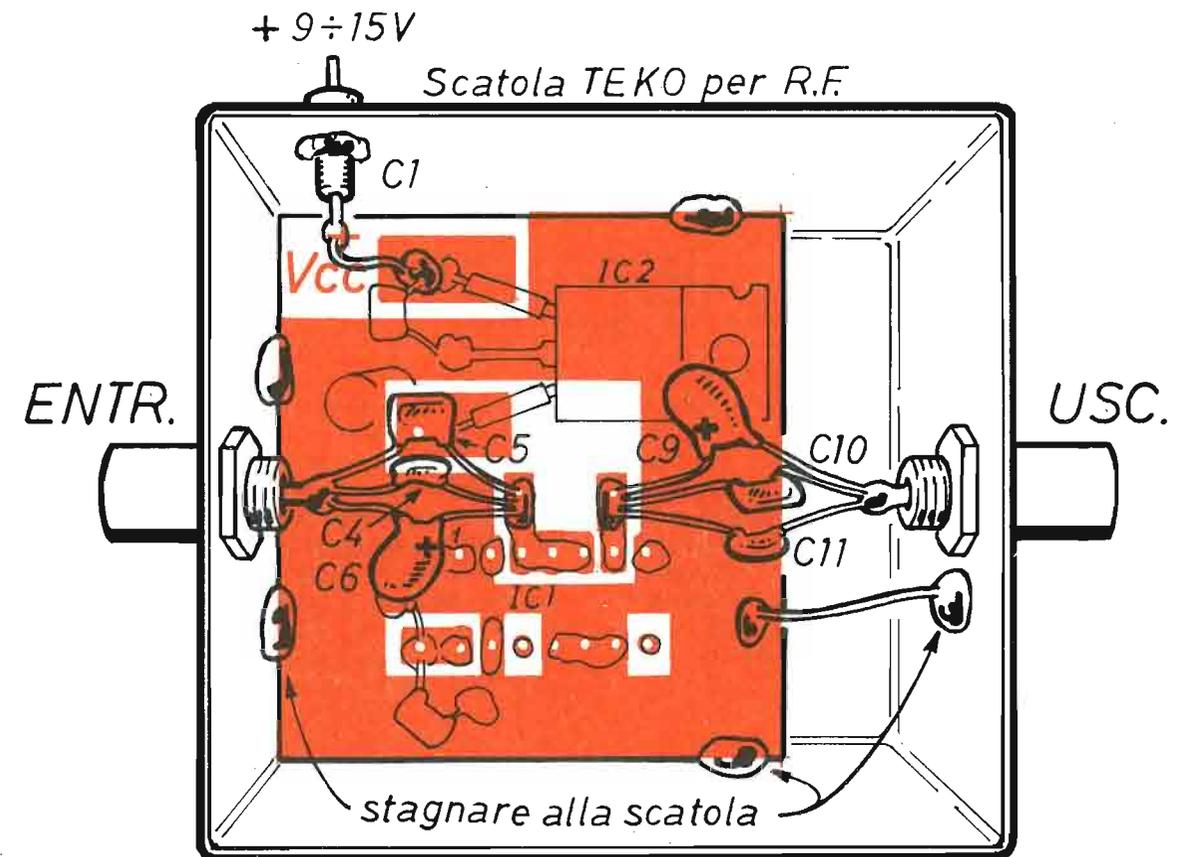



Fig. 7 - Piano costruttivo completo dell'amplificatore lineare a larghissima gamma di frequenze. L'intero circuito è composto dentro una scatola metallica, modello TEKO, per montaggi a radiofrequenza. I due bocchettoni, di ingresso ed uscita dei segnali, sono entrambi di tipo BNC.

per essere eliminate, obbligano l'operatore all'inserimento, tra i piedini 6 e 14 di IC1, di una resistenza ad impasto da 180 ohm - 1/2 W, che rappresenta la classica resistenza di "pull up", ovvero "tira su", che ovvia agli inconvenienti menzionati.

MONTAGGIO DELL'AMPLIFICATORE

Il montaggio completo dell'amplificatore lineare viene suggerito dallo schema costruttivo di figura 7, che prevede, in veste di elemento contenitore, l'impiego di una scatola TEKO metallica per usi a radiofrequenza.
Dentro la scatola si inserisce il modulo elettronico, realizzato su basetta supporto, di forma rettangolare, delle dimensioni di 4,5 cm x 4 cm, provvista, in una delle sue facce, di circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 8.
Contrariamente a quanto avviene nei sistemi di composizione dei moduli elettronici, questa particolare costruzione impone l'inserimento, di quasi tutti i componenti, proprio sulla faccia della basetta in cui si trovano le piste di rame

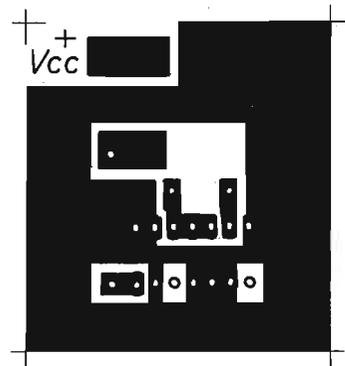



Fig. 8 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato che l'operatore deve riportare su una delle due facce di una basetta supporto, di materiale isolante, di vetronite, di forma rettangolare e delle dimensioni di 4 cm x 4,5 cm.

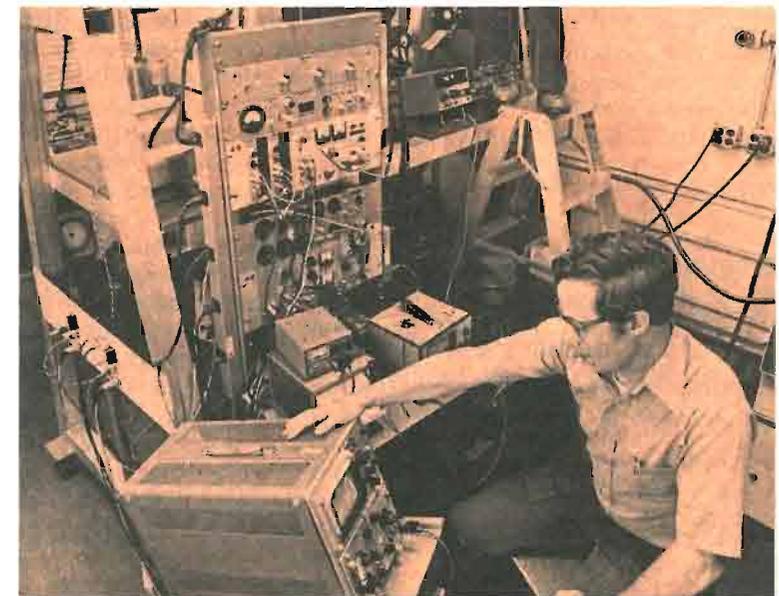
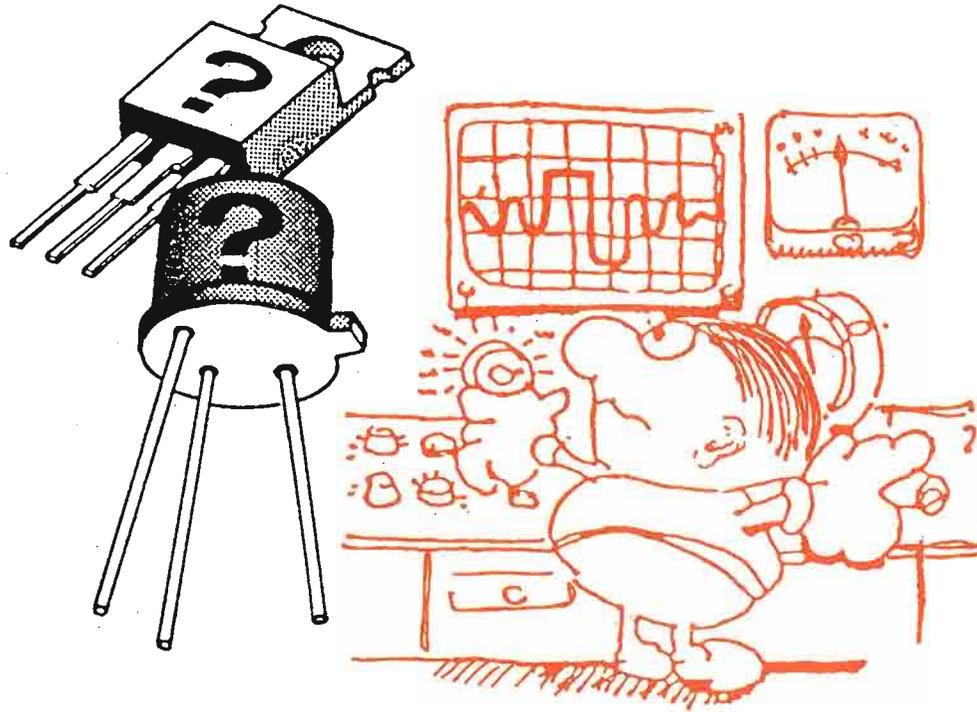
dello stampato, come chiaramente segnalato nello schema costruttivo di figura 5. Fanno eccezione, invece, l'integrato IC1, la resistenza R1 ed il ponticello che, come indicato in figura 6, obbediscono alla regola tradizionale di rimanere applicati alla basetta supporto, dalla parte opposta a quella in cui si trova il circuito stampato.
La funzione del ponticello (figura 6) consiste nel collegare il reoforo a + 5 Vcc dell'integrato IC2 con il piedino 14 di IC1, ovviamente nella parte della basetta supporto opposta a quella dello stampato. Sul reoforo a + 5 Vcc, oltre che il terminale del ponticello, è pure collegato quello positivo del condensatore elettrolitico C3.
Facciamo notare che, per agevolare l'opera costruttiva del lettore, sugli schemi delle figure 5 - 6 - 7, è stato posto il numero 1 in corrispondenza del primo piedino di IC1.
Sui due reofori esterni di IC2, quello di entrata "e" e l'altro di uscita "u", si debbono introdurre due piccoli spezzoni di tubetto isolante, onde evitare pericolosi contatti con la massa circuitale.
Fatte queste premesse, peraltro doverose per l'interpretazione costruttiva dell'amplificatore lineare, si può ora por mano al saldatore ed iniziare il cablaggio dalla parte della basetta opposta a quella dello stampato, che è destinata a rimanere nascosta. Si possono quindi applicare l'integrato IC1, per il quale è assolutamente vietato l'impiego di zoccolo, mentre le saldature a stagno vanno eseguite direttamente sui quattordici piedini, lasciando non collegati (nc) i piedini 8 e 12, la resistenza R1 ed il ponticello, come propone lo schema di figura 6.
Successivamente si compone il cablaggio di figura 5, che obbliga l'applicazione, sulle piste di rame, dell'integrato IC2, del condensatore elettrolitico C3 e di quelli ceramici C2 - C7 - C8, ma per ora non di quelli di entrata e di uscita C4 - C5 - C6 e C9 - C10 - C11.
Una volta composto il modulo elettronico di figura 5, questo va inserito dentro la scatola TEKO nel modo seguente. Lo si appoggi dapprima sul fondo della scatola, tenendolo tutto spostato verso il bocchettone d'entrata ENTR. (figura 7), poi si effettuino quattro saldature a stagno fra il rame del circuito di massa ed il metallo del contenitore, proprio come segnalato nello schema costruttivo di figura 7.
Soltanto ora si possono collegare i tre condensatori d'entrata ed i tre d'uscita, mantenendo ovviamente i collegamenti nella misura più corta possibile.
I due bocchettoni, d'entrata e d'uscita dei segnali debbono essere rappresentati da altrettanti modelli BNC.
L'applicazione della tensione di alimentazione, che può variare fra i 9 Vcc ed i 15 Vcc, va eseguita con l'introduzione della tensione positiva, sull'elettrodo d'entrata "e" di IC2, attraverso un condensatore passante, che può assumere il valore capacitivo di 1.000 pF, anche se altri valori capacitivi possono essere adottati. Perché la funzione di C1 rimane esclusivamente quella di elemento passante.
Il conduttore della tensione negativa, proveniente dall'alimentatore, va applicato sulla scatola metallica contenitrice dell'amplificatore.
Concludiano qui la descrizione del montaggio dell'apparecchio, facendo osservare che gli ingressi delle due sezioni "b" e "c" di IC1 sono cablati a massa, onde stabilire le due condizioni:

INPUT = 0

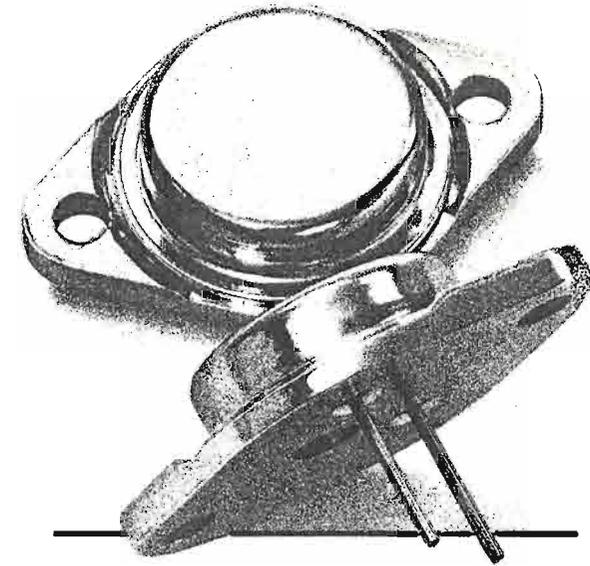
OUTPUT = 1

Per questo motivo le due uscite non utilizzate di IC1 (piedini 8 e 12) sono isolate da massa e per nessuna ragione quindi possono essere cortocircuitate.

FENOMENI DA EVITARE

Su tutti gli amplificatori lineari possono verificarsi alcuni fenomeni in grado di turbare il corretto funzionamento circuitale, soprattutto quando, come in questa occasione, il dispositivo può lavorare su una banda di frequenze estesissima. Infatti, è sufficiente che un segnale, sia pure lontano dalla gamma interessata, ma all'interno di quella operativa, si presenti con una ampiezza alquanto elevata, per saturare il circuito ed impedirne il funzionamento anche sulle frequenze più alte. Un esempio in tal senso può essere identificato nel segnale a 50 Hz, introdotto dalla linea di distribuzione dell'energia elettrica e probabilmente idoneo a saturare il circuito. Ebbene, verificandosi questo evento, occorre eliminare i due condensatori al tantalio C6 e C9, rinunciando ad amplificare i segnali a bassa frequenza. Soltanto se questo intervento non è accettabile, si può ugualmente ovviare all'inconveniente inserendo un filtro a reiezione di banda, ovvero un circuito trappola tarato a 50 Hz.
Le stesse operazioni sono applicabili in presenza di forti disturbi, per esempio quando si debbono amplificare più segnali a frequenza diversa, oppure quando nelle vicinanze funziona un trasmettitore. Perché i segnali forti, pur non provocando sempre la saturazione circuitale, interferiscono negativamente sulla linearità dell'amplificatore.
Qualora si dovessero segnalare inneschi, attribuibili ad anomali accoppiamenti tra ingresso ed uscita, all'esterno dell'amplificatore, occorrerà ispezionare la qualità e l'efficienza dei cavi schermati. Se poi venisse segnalata la presenza di segnali a radiofrequenza di elevata intensità e con frequenze fuori banda, al di là dei 100 MHz, che possono dar luogo a fenomeni di rivelazione del segnale, con l'apporto di una conseguente componente continua, che sposta il punto di lavoro dell'amplificatore, bloccandolo, allora si dovrà collegare un piccolo condensatore, del valore capacitivo di alcuni picofard, tra i piedini 7 e 5 dell'integrato IC1.

BETAMETRO

Quando ci si limita a considerare il transistor come un accoppiamento in antiserie di due diodi, con il catodo o l'anodo in comunione, a seconda che si tratti di un modello NPN o PNP, il controllo approssimativo del semiconduttore per mezzo del tester può bastare. Dato che, con questo metodo, si viene subito a sapere se vi sono cortocircuiti o interruzioni. Ma una completa qualificazione del transistor richiede la misura di molti parametri e non la sola verifica delle giunzioni, che consente di individuare soltanto quei componenti che presentano danni irreparabili. Tuttavia, è possibile affermare che, fra gli elementi che definiscono in misura completa le proprietà di un transistor, uno di questi assume un ruolo importante: il coefficiente di amplificazione "beta". Infatti, occorre ricordare che il transistor bipolare è stato principalmente concepito per controllare un notevole flusso di corrente, tra emittore e collettore, tramite una debole corrente avviata fra emittore e base, onde svolgere la nota funzione di amplificatore. Ed il rapporto tra le due correnti, quella di collettore e l'altra di base, nel semiconduttore correttamente operante, identifica il guadagno in corrente e fornisce un'idea precisa sull'efficienza dell'amplificazione. Dunque, la valutazione del beta porge un'indicazione abbastanza valida per stabilire, nella maggioranza dei casi, l'efficacia di un transistor e serve pure ad effettuare selezioni di componenti, quando si devono realizzare impieghi particolari.

La valutazione del beta offre un'indicazione sufficientemente valida per stabilire l'efficienza dei transistor, per effettuare selezioni di componenti e distinguere fra loro gli elettrodi di emittore e collettore.

La misura del coefficiente di amplificazione consente inoltre di individuare e distinguere fra loro, gli elettrodi di emittore e collettore in considerazione dei seguenti concetti. Il transistor bipolare è così chiamato per la sua struttura simmetrica, che può far scambiare il collettore con l'emittore. Ma la simmetria non è perfetta, perché la regione di base è asimmetrica ed il guadagno di corrente, con riferimento a quella fra emittore e base, è elevato, mentre appare basso quello tra collettore e base. Quest'ultimo, poi, è di poco inferiore all'unità, rivelandosi, anziché un guadagno, una perdita ed assumendo la denominazione di "alfa", per distinguerlo da quello "beta".

La configurazione inversa, ora menzionata, presenta il vantaggio di una tensione di saturazione bassa, consentendone l'impiego in veste di interruttore di segnale.

Concludendo, quando si scopre un guadagno unitario, ciò significa che con tutta probabilità, si è scambiato l'emittore con il collettore e questo vale sia per i transistor PNP che per gli NPN.

L'elettrodo di base può essere individuato con il tester commutato sulle scale ohmmetriche, generalmente nella portata di 2.000 ohm fondoscala. Quindi, ricorrendo allo schema equivalente dei due diodi in controserie (figura 1), l'e-

La conoscenza del potere di amplificazione di un transistor è necessaria per chi opera con i semiconduttori.

Oltre che il beta dei transistor bipolari NPN e PNP, altri elementi possono essere conosciuti con questo dispositivo.

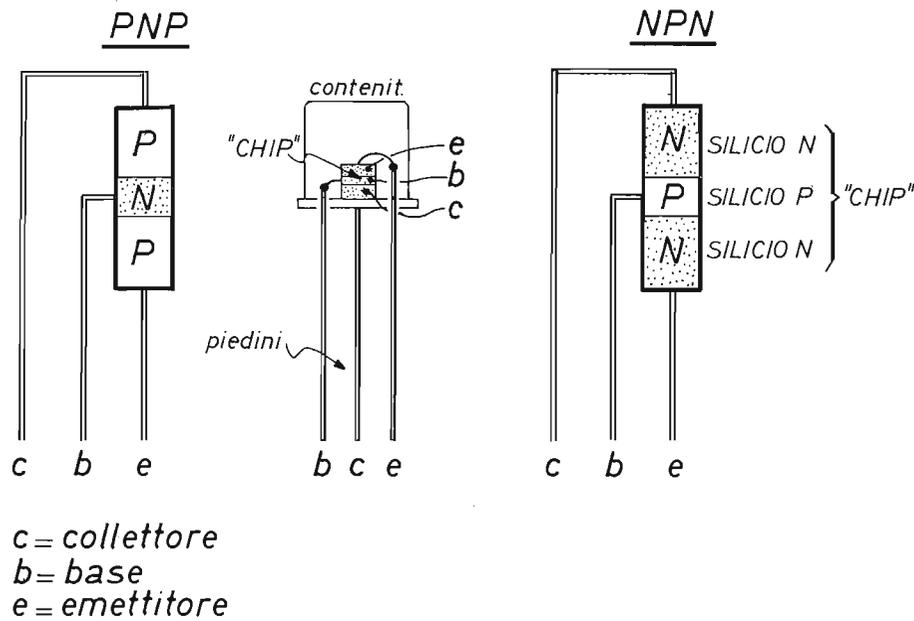



Fig. 1 - Se considerato nella sua struttura fisica, il transistor PNP è composto da tre pezzetti di cristallo di silicio opportunamente e chimicamente trattati. Nei modelli NPN il silicio centrale è di tipo P (positivo). Entrambi vanno considerati come l'insieme di due diodi collegati in controserie.

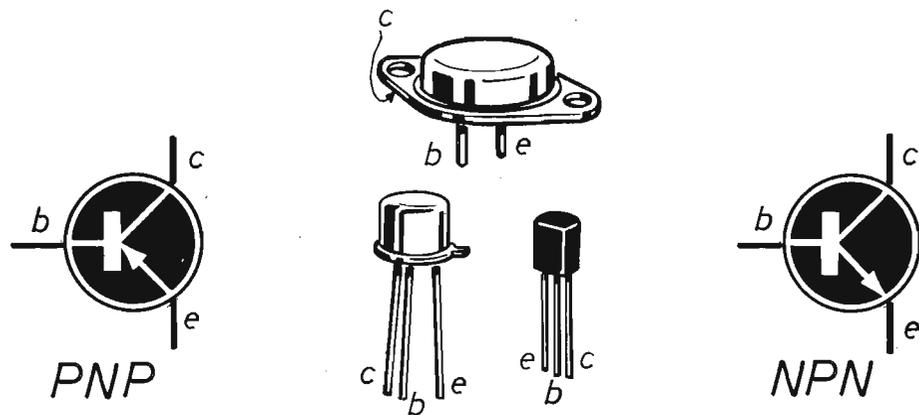



Fig. 2 - I simboli elettrici dei due tipi di transistor, PNP ed NPN, si differenziano per la sola direzione della freccia indicatrice dell'elettrodo di emittore. In posizione centrale sono raffigurati alcuni modelli di transistor nella loro veste reale.

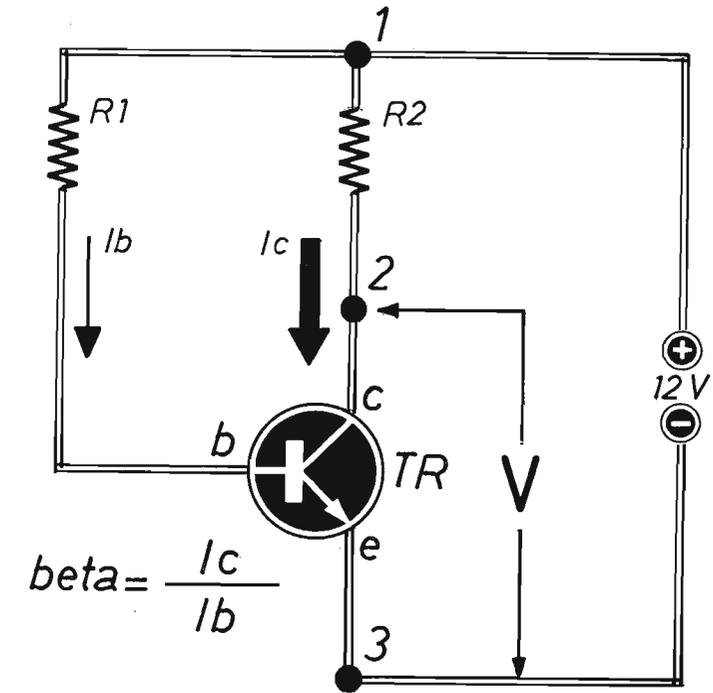



Fig. 3 - Circuito teorico, di espressione sperimentale, con cui il lettore può agevolmente interpretare ed assimilare il concetto di coefficiente di amplificazione beta dei transistor.

COMPONENTI

R1 = 1 megaohm
R2 = 2.200 ohm
TR. = BC107
ALIM. = 12 Vcc

lettrodo di base è soltanto quello sul quale, tenendo applicato un puntale dello strumento e spostando il secondo puntale sugli altri due elettrodi, questi appaiono in conduzione o isolati, a seconda delle polarità dei puntali e dei transistor in esame.
Fatte queste premesse, riprendiamo l'interpretazione del coefficiente di amplificazione beta dei transistor, per completare poi l'argomento con la presentazione e descrizione di un semplice misuratore di beta, che abbiamo chiamato betametro.

MUTEVOLEZZA DEL BETA

Se si prende ad esempio il transistor BC107, che tutti i lettori conoscono per averlo più volte impiegato nei diversi montaggi proposti in questo periodico e si consulta un apposito manuale alla voce beta, si legge che questo valore rimane al di sotto di 450, con un minimo a 150, uno medio a 230 ed uno massimo a 400. Dunque il beta non rappresenta una grandezza costante, ma variabile, che muta pure con la corrente di collettore. Per esempio, il transistor di potenza 2N3055, ad una corrente di collettore di 4 A, fa corrispondere i seguenti tre valori di 20 (minimo), 40 (medio) e 70 (massimo), mentre in presenza di una corrente di collettore di 10 A, questi stessi valori scendono a 5, 10, 15. E ciò dimostra che, in presenza di correnti elevate, il beta diminuisce per effetto della modulazione della regione di base e, più generalmente, per

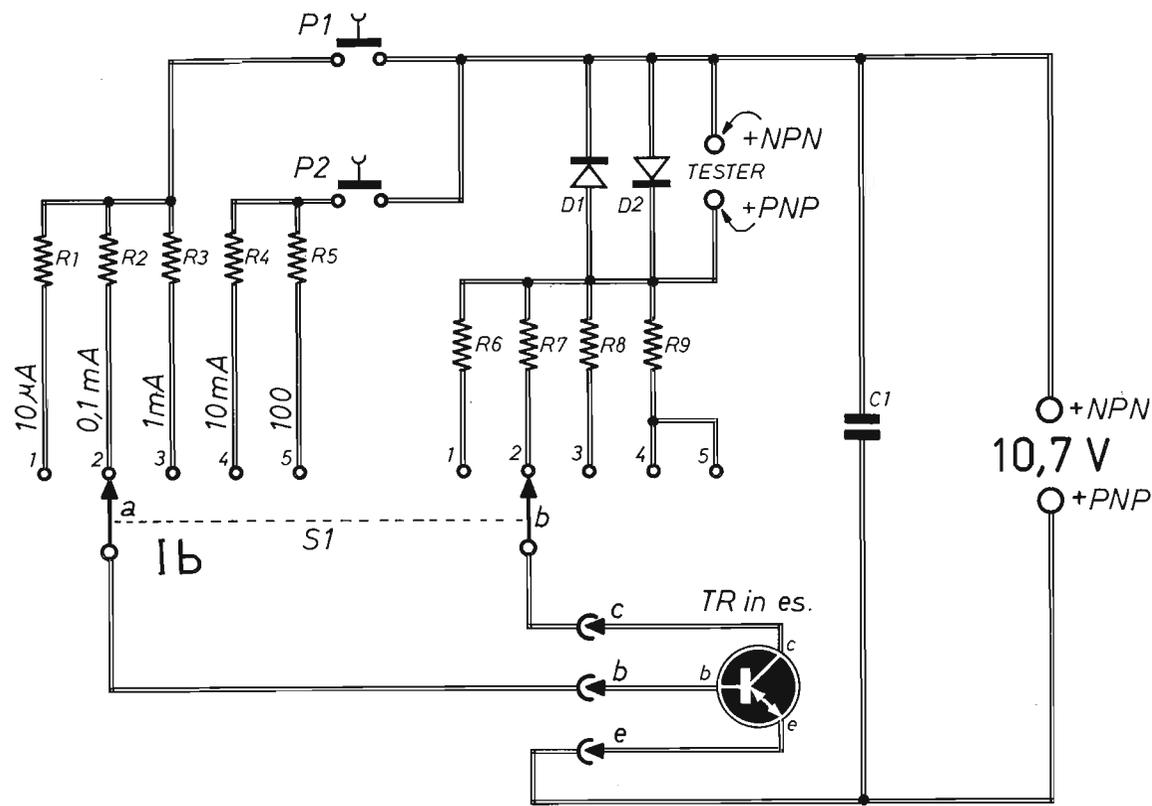



Fig. 4 - Progetto del betametro descritto nel testo. La valutazione del beta dei transistor in esame si ottiene dividendo il valore della corrente di collettore, segnalata dal tester, per quello della corrente di base indicata in corrispondenza delle cinque posizioni in cui può essere commutato S1.

COMPONENTI

Condensatore

C1 = 2 μF (non polarizzato)

Resistenze

R1 = 1 megaohm - 1/2 W
R2 = 100.000 ohm - 1/2 W
R3 = 10.000 ohm - 1/2 W
R4 = 1.000 ohm - 1/2 W
R5 = 100 ohm - 1 W
R6 = 560 ohm - 1 W
R7 = 56 ohm - 2 W
R8 = 5,6 ohm - 20 W
R9 = 1,8 ohm - 50 W

Varie

TR = transistor in esame
P1 = pulsante (normalmente aperto)
P2 = pulsante (normalmente aperto)
S1 = comm. (2 vie - 5 posizioni)
D1 = 1N5404 (diodo al silicio)
D2 = 1N5404 (diodo al silicio)
ALIM. = 10,7 Vcc (stabilizzatore)

Fig. 5 - Cablaggio del betametro dentro apposito contenitore. Sulle boccole di destra si inserisce l'alimentatore a 10,7 Vcc - 3 A, su quelle in basso, a destra, si applicano i puntali del tester e su quelle più in alto gli elettrodi del transistor in prova.

l'aumento della corrente di collettore alla quale il costruttore definisce le caratteristiche del componente. Ma il beta dipende pure dalla tensione di collettore che, a 5 V o a 10 V di differenza di potenziale fra emittore e collettore, fissa le caratteristiche dei semiconduttori. In pratica, aumentando la tensione di collettore, il beta aumenta leggermente, e viceversa, fino a scendere a valori bassissimi allorché si va oltre la tensione di saturazione, che solitamente garantisce un guadagno di 5 e che è sempre specificata dalle case costruttrici. E' quindi importante, quando si valuta il beta, che la tensione di collettore sia nota e rimanga compresa fra i limiti di 5 V e 10 V.

UN CIRCUITO SPERIMENTALE

Per meglio assimilare il concetto di coefficiente di amplificazione beta, che può essere definito come il potere di amplificazione del semiconduttore, conviene far riferimento allo schema sperimentale proposto in figura 3, nel quale il transistor TR è rappresentato dal modello, già citato ad esempio, BC107. Ma intanto, per quantificare il beta attraverso una formula, ricordiamo che, quando un transistor assorbe in base una corrente di 1 mA, mentre quella di collettore vale 100 mA, la misura di beta è data da:

beta = Ic : Ib

e, con le grandezze menzionate, si ha:

beta = 100 mA : 1 mA = 100

Ora, con riferimento al circuito di figura 3, produrremo alcuni semplici calcoli che, per semplificare le diverse espressioni matematiche, non terranno conto delle tensioni Vbe e Vsat., ossia delle tensioni base-emittore e di quelle di saturazione del transistor. Cominciamo dunque col valutare la corrente di base di TR, tenendo conto che la tensione di alimentazione è di 12 Vcc e che la resistenza di base ha il valore di 1 megaohm. Applicando la legge di Ohm, si ha:

Ib = Valim.: Rb

ossia:

12 V : 1 megaohm = 0,012 mA

Con questo dato si possono immediatamente calcolare le correnti di collettore in riferimento ai tre beta del BC107 già menzionati in precedenza, cioè 150, 230, 400.
Con beta minimo di 150, la corrente di collettore vale:

Ic = 0,012 x 150 = 1,8 mA

Con beta medio di 230, la corrente di collettore aumenta a:

Ic = 0,012 x 230 = 2,7 mA

Con beta massimo di 400, la corrente di collettore sale a:

Ic = 0,012 x 400 = 4,8 mA

In realtà, nel terzo caso, essendo il TR saturo, la corrente di collettore è inferiore a quella calcolata di 4,8 mA.
Con le correnti sopra definite, tra i punti 1 - 2 del circuito di figura 3, si verificano le seguenti cadute di potenziale:

3,6 V — 5,4 V — 9,6 V

mentre la tensione di collettore, valutata rispetto al morsetto negativo della tensione di alimentazione, è di:

8,4 V — 6,6 V — 2,4 V

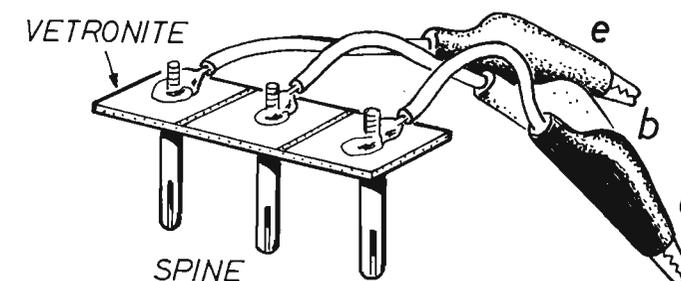



Fig. 6 - La realizzazione di questa piastrina supporto con tre spinotti agevola le operazioni di controllo del beta dei transistor.

L'ultimo valore della tensione di collettore corrisponde alla condizione di quasi saturazione del transistor.
Queste poche e semplici considerazioni matematiche fanno capire quali differenti valori di tensioni di collettore si possono misurare su uno stesso transistor BC107 e come il semiconduttore possa raggiungere l'interdizione quando il coefficiente di amplificazione beta è troppo elevato. Il quale, tuttavia, può sempre essere controllato con il dispositivo che, qui di seguito, ci accingiamo a presentare ed il cui progetto è pubblicato in figura 4.

CIRCUITO DEL BETAMETRO

Allo scopo di avere subito una visione completa del betametro, invitiamo il lettore a consultare lo schema d'assieme di figura 7, nel quale il betametro vero e proprio si trova in posizione centrale, mentre sulla destra è rappresentato il tester misuratore e sulla sinistra l'alimentatore a 10,7 Vcc, in grado di erogare la corrente massima di 3 A.
Il transistor in esame TR va collegato, con i suoi elettrodi, alle tre prese simboleggiate in basso dello schema di figura 4 con le lettere "c-b-e" (collettore - base - emittore).
Quando si controlla un transistor di tipo NPN, il puntale rosso del tester va collegato con la boccola + NPN e viceversa per i PNP.
Lo stesso accorgimento va rispettato per l'alimentatore, il cui conduttore della tensione positiva a + 10,7 V va inserito sulla boccola superiore (+ NPN), quando si esaminano transistor NPN, e viceversa per i modelli PNP.
Il commutatore multiplo S1, a due vie e cinque posizioni, consente di applicare alla base del transistor cinque diverse tensioni di polarizzazione, contemporaneamente a cinque carichi di collettore.
In condizioni normali, la corrente di polarizzazione di base del transistor in esame è assente, perché i due pulsanti, di tipo aperto, interrompono il circuito di alimentazione.
Per polarizzare il TR, occorre premere dapprima P1, per i semiconduttori di piccola potenza e poi P2 per quelli di potenza, come ad esempio il 2N1711 o il 2N3055.
Non premendo i pulsanti P1 e P2, la base viene privata della necessaria tensione di polarizzazione e in queste condizioni circuitali si controlla la corrente di collettore che deve essere pressoché nulla.
I due diodi, in controfase, D1 - D2, formano un sistema protettivo del tester, limitando il flusso di corrente. Infatti, appena la tensione raggiunge i valori di 0,5 ÷ 0,7 V, i diodi deviano su se stessi la corrente e proteggono lo strumento di misura dai sovraccarichi. Ma se il tester è già provvisto di tale accorgimento, allora i due semiconduttori D1 e D2 possono essere omessi.
Se invece la tensione all'entrata dello strumento dovesse superare il valore di 0,4 V, anche durante il funzionamento normale, allora converrà aggiungere altri due diodi, dello stesso tipo, in serie con quelli prescritti.
L'alimentatore, da accoppiare al circuito di figura 4, deve essere di tipo a tensione regolabile fino a 10,7 V, con la possibilità di assorbimenti di correnti fino a 3 A, necessarie per il collaudo

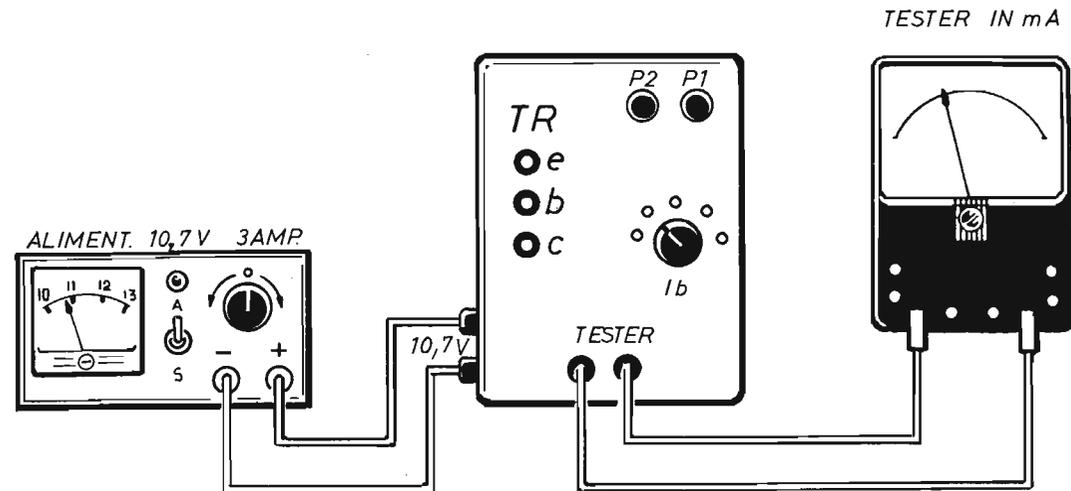



Fig. 7 - Composizione d'assieme degli elementi che formano il betametro: a sinistra l'alimentatore, al centro il circuito di misura, sulla destra il tester commutato nella funzione di milliamperometro.

dei transistor di potenza. Il valore di 10,7 V comprende pure quello di 0,7 della giunzione base-emittore del componente in esame. Pertanto, l'intensità della corrente di polarizzazione di base rimane stabilito dal rapporto tra il valore della tensione di 10 V e quello ohmmico delle resistenze R1 - R2 - R3 - R4 - R5 le quali, fatta eccezione per la R5, debbono essere tutte all'1% e da 1/2 W.

MONTAGGIO

Il cablaggio del circuito del betametro si realizza dentro un contenitore, di qualsiasi tipo, nel modo indicato nello schema costruttivo di figura 5.
La figura 6 interpreta la costruzione della spina da innestare sulle tre boccole di emittore-base-collettore del montaggio di figura 5. Il rame, riportato sulla basettina supporto, va parzialmente asportato in modo da creare tre piazzole, sulle quali si applicano i tre spinotti e a stagno si saldano, sulle estremità emergenti, i conduttori, diversamente colorati, ad esempio in nero per l'emittore, in giallo per la base e in verde per il collettore. Sulle estremità opposte dei fili si applicano tre pinzette-coccodrillo isolate in plastica dello stesso colore dei conduttori.

Durante le misure del beta dei transistor, si consiglia di commutare sempre S1 sulla posizione 1, per spostarsi poi, se necessario, sulle altre, senza pretendere di far scorrere troppa corrente attraverso i semiconduttori. Per i modelli da 0,3 W, come ad esempio il BC107 o il 2N2222, non conviene superare la posizione 3. Per i modelli 2N1711 o 2N3866 non si deve oltrepassare la 4, mentre soltanto per i transistor di potenza si può raggiungere la 5. In ogni caso le prove vanno eseguite con una certa rapidità, perché il riscaldamento del transistor fa variare il valore del coefficiente di amplificazione.
Sull'elenco componenti, in corrispondenza delle resistenze R8 ed R9, sono stati prescritti valori di potenze elevate, che possono essere ridotte a 2 W e 5 W se le prove, su queste posizioni, vengono limitate ai due o tre secondi.
Per quanto riguarda il tester, da abbinare al circuito di figura 5, questo dovrà essere dotato di una scala idonea alle misure di correnti continue fino a 50 µA, per il rilevamento di quelle di collettore a base aperta e fino a 5 A per le correnti di collettore a transistor polarizzato. Come abbiamo detto, il valore del beta si deduce dal rapporto delle due correnti, di collettore e di base, secondo la formula:

beta = Ic : Ib

La Ic va letta sulla scala del tester, la Ib sullo schema elettrico di figura 4, in corrispondenza della resistenza applicata alla base.

CORSO ELEMENTARE DI ELETTRONICA

TRANSISTOR MOS

I transistor MOS appartengono alla categoria di quelli ad effetto di campo e vengono indicati con la sigla più completa di MOSFET, anche se per brevità di dizione si usa chiamarli MOS, semiconduttori ad ossido metallico (Metal - Oxide - Semiconductor).
Parimenti a quanto si verifica nel transistor FET, anche nel MOS sono presenti tre elettrodi, quello di drain (d), l'altro di gate (g) ed il terzo di source (s), così come segnalato in figura 1, alla destra della quale è riportato il simbolo elettrico del semiconduttore, sovrastato dalla sigla di identificazione MFT.
Quella del FET rappresenta la prima realizzazione, su scala industriale, dei transistor ad effetto di campo, ma la tecnologia MOS vanta certamente il primato della scoperta ed oggi è l'ultima a coinvolgere il mondo produttivo, al punto che i transistor MOS sono attualmente i più diffusi fra tutti. Soprattutto perché questi possono essere costruiti in piccolissime dimensioni, grazie ad alcune particolarità del processo tecnologico che consentono di agglomerare, in uno stesso circuito integrato, decine di milioni di transistor.
Visto sotto l'aspetto del comportamento elettrico, il transistor MOS può essere paragonato alla vecchia valvola termoionica a vuoto spinto, più precisamente al triodo dotato di anodo, griglia e catodo. Perché allo stesso modo della griglia, che nella valvola controllava il flusso di elettroni fra catodo e anodo, nel transistor MOS il gate controlla il passaggio di corrente, fra gli elettrodi di drain e source, attraverso l'azione di un campo elettrico. Con la sola differenza che, nella valvola termoionica, l'intervento del campo elettrico avveniva nel vuoto, nel transistor MOS, invece, questo si sviluppa nella struttura di un reticolo cristallino e su dimensioni che ormai sfuggono anche ai microscopi ottici e per la cui analisi servono i microscopi elettronici a fascio di elettroni.

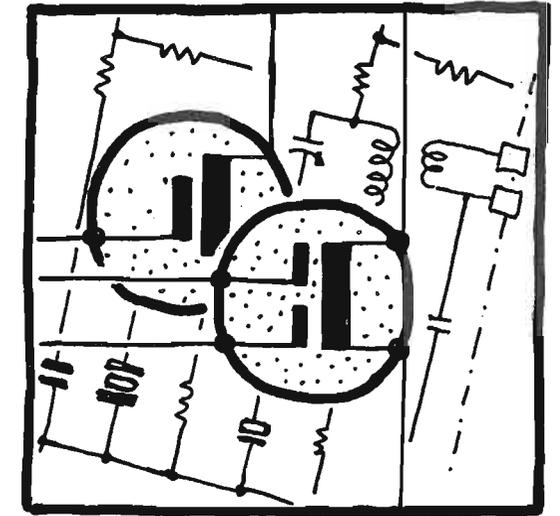



Fig. 1 - Il disegno a sinistra interpreta la struttura fisica del transistor MOS, che evidenzia la presenza del sottilissimo strato isolante interposto fra la regione di gate ed il canale di conduzione. Sulla destra è riportato il simbolo elettrico del semiconduttore con la sigla di qualificazione MFT (MosFet Transistor).

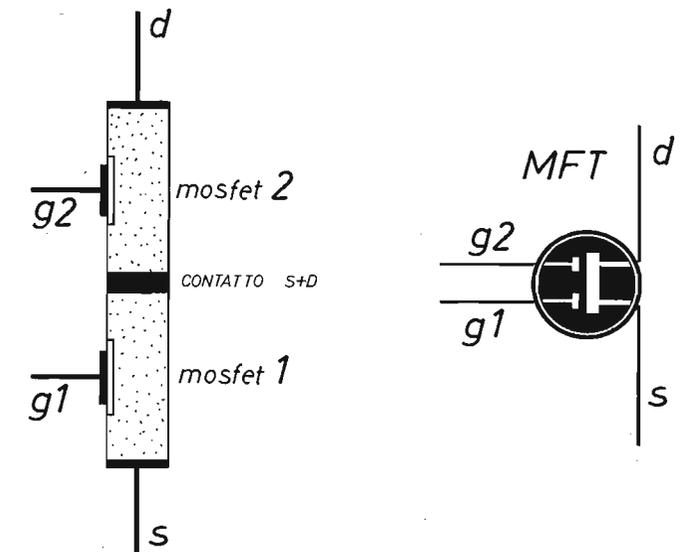



Fig. 2 - Sulla sinistra è riportato il disegno interpretativo della struttura interna ad un transistor MOS a doppio gate (g1 - g2). Sulla destra è segnalato il simbolo elettrico di questo comune semiconduttore.

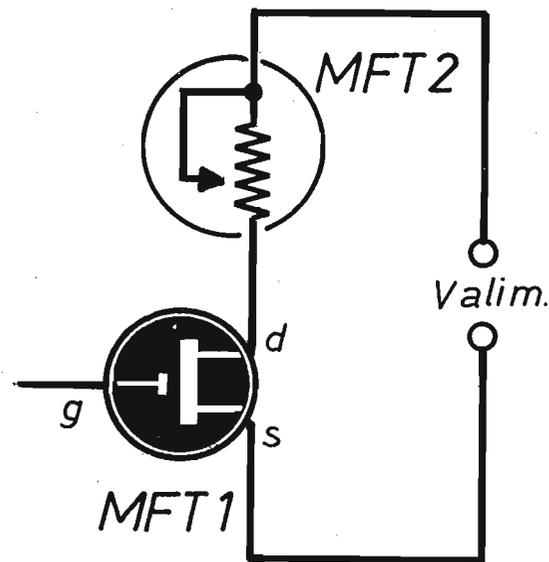



Fig. 3 - Tramite questo semplice schema elettrico, è assai facile interpretare il funzionamento del transistor MOS a doppio gate, in cui il secondo MOS (MFT2) può essere assimilato ad una resistenza variabile di controllo di MFT1.

STRUTTURA DEL MOS

La struttura fisica del MOS viene interpretata dal disegno riportato sulla sinistra della già citata figura 1. Che è molto simile a quella del FET, con la sola variante che, in sostituzione del diodo di gate, nel MOS è inserito, teoricamente, un condensatore di gate.
Spieghiamoci meglio: nel transistor MOS, la regione di gate rimane isolata, dal canale di scorrimento della corrente fra drain e source, per mezzo di un sottilissimo strato di ossido, da cui deriva il termine "OXIDE". Dunque, l'ingresso del MOS è equivalente ad un piccolo condensatore, anzichè, come avviene nel FET, ad un diodo in inversa. In altre parole, qui la capacità in entrata è leggermente più alta rispetto a quella del FET, nei confronti del quale rappresenta un difetto. Ma la corrente è più bassa e, soprattutto, non si rischia di assorbire correnti di notevole intensità quando si polarizza l'elettrodo di gate con tensioni superiori a 0,7 V.
La funzione del gate, nel transistor MOS, è analoga a quella dello stesso elettrodo nel transistor FET.
Attraverso l'azione di un campo elettrico, il gate modula la conduzione tra suorce e drain sostenuta da apposite cariche, rappresentate dai "vuoti", nel MOS a canale P e dagli elettroni in quello a canale N. Infatti, la tensione applicata al gate induce, nel canale di conduzione, attraverso il sottile dielettrico di isolamento, delle cariche che, a loro volta, controllano quelle disponibili per la conduzione, modulando la resistenza del canale fra suorce e drain su gamme che, a seconda dei modelli di transistor, variano fra i decimi di ohm, le decine di ohm e i milioni o miliardi di ohm. Ma affinché tutto risulti efficiente, occorre che l'isolante sia sottilissimo e che il canale, almeno nella zona di controllo, sia stretto e lungo. Quest'ultima caratteristica viene brillantemente raggiunta con le moderne tecnologie, ma al prezzo di rendere assai delicato

Fig. 4 - Schema teorico interpretativo del sistema di integrazione di due coppie di diodi zener, collegati in antiserie, internamente ad un transistor MOS, con lo scopo di proteggere il componente contro i segnali a tensioni elevate.

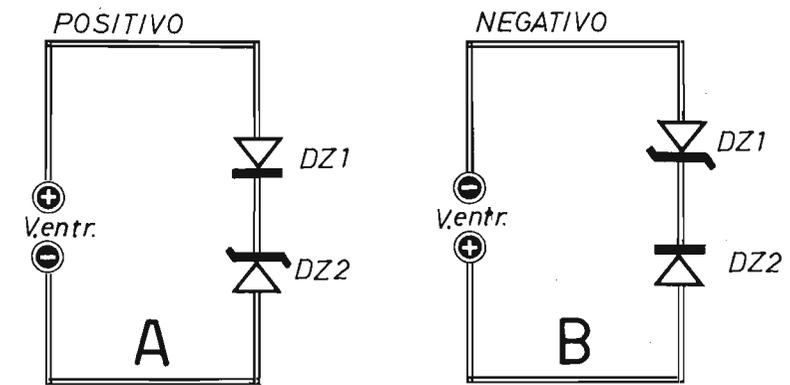



Fig. 5 - Il circuito A spiega il comportamento degli zener, integrati nei transistor MOS, in presenza di segnale positivo. Lo zener DZ1, rappresentato con il simbolo di un comune diodo a semiconduttore, assume le vesti di un componente al silicio, mentre DZ2 si comporta come un vero e proprio zener da 10 V. Il circuito B interpreta il concetto in occasione di segnale negativo applicato al gate.

Fig. 6 - Un tempo, quando i transistor MOS non integravano gli zener di protezione, sugli elettrodi del componente veniva applicata una piccola molla di difesa contro le cariche elettrostatiche.

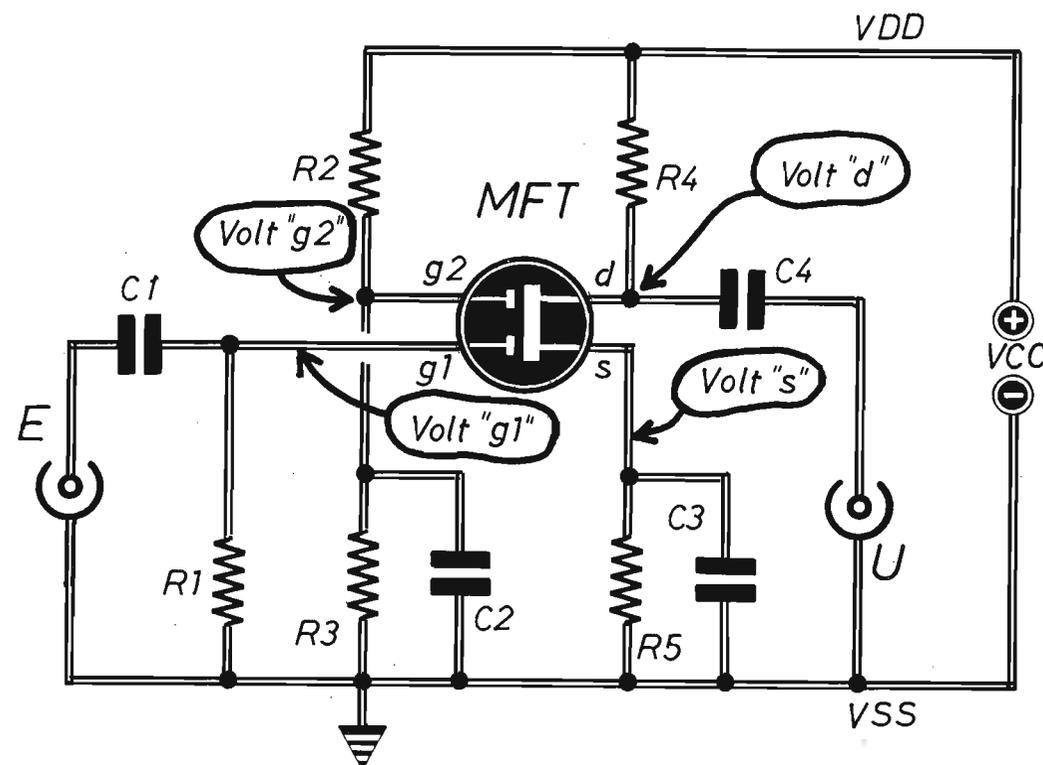



Fig. 7 - Tipico esempio di amplificatore di bassa frequenza impiegante un transistor MOS. L'esatto valore della maggior parte dei componenti va scelto in corrispondenza di quello di alimentazione, che può oscillare tra i 9 Vcc e i 15 Vcc, mentre R2 ed R3 sono identiche.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 10.000 pF ÷ 100.000 pF
C2 = 100.000 pF
C3 = 10.000 pF ÷ 100.000 pF
C4 = 100.000 pF

Resistenze

R1 = 100.000 ohm ÷ 1 megaohm
R2 = 10.000 ohm ÷ 33.000 ohm
R3 = 10.000 ohm ÷ 33.000 ohm
R4 = 2.200 ohm ÷ 5.600 ohm
R5 = 150 ohm ÷ 470 ohm

Varie

MFT = BF960 - 3N139 - 40673
ALIM. = 9 Vcc ÷ 15 Vcc

l'ingresso del semiconduttore sotto il punto di vista delle scariche elettrostatiche. Perché in pratica possono bastare lievi tensioni, di poche decine di volt, per perforare i dielettrici di gate. Si tenga presente, infatti, che le tensioni elettrostatiche possono superare valori di decine di migliaia di volt e che non solo è necessario evitarle, ma è pure doveroso equipaggiare l'elettrodo di gate con opportune protezioni che, come detto più avanti, consistono nell'integrazione, nel semiconduttore, di diodi zener e nell'applicazione di resistenze limitatrici.
La particolare struttura, a dimensioni microscopiche del MOS, è di tipo orizzontale, cioè source e drain si trovano sulla stessa superficie. Ciò non permette la realizzazione di componenti di potenza, ma soltanto quella degli integrati logici. Anche se è possibile la struttura verticale, con source e gate su una stessa superficie e con il drain su quella opposta, allo scopo di realizzare transistor di potenza come, ad esempio, i PowerMos, che stanno riscuotendo attualmente successi lusinghieri, perché con questi elementi si possono controllare flussi di correnti dell'ordine delle centinaia di ampere, praticamente senza assorbimento sull'elettrodo di gate.
Concludiamo qui la parte teorica iniziale, relativa ai transistor MOS, ricordando ancora che questi componenti, ad effetto di campo, agiscono sul controllo della resistenza fra source e drain, rivelandosi dei reostati regolabili con la tensione di gate, sia per la corrente continua che per quella alternata, sempre che l'ampiezza del segnale non sia tale da rompere il transistor o provocare conduzioni parassite. E ciò li distingue ulteriormente dai transistor bipolari, che presentano una soglia di tensione sul circuito di potenza, ossia necessitano di una tensione, fra emittore e collettore, per poter funzionare. Mentre questa non è indispensabile nei MOS, anche se in certe applicazioni può divenire vantaggiosa.
Il transistor MOS non consuma teoricamente corrente in entrata, nè quando conduce, nè quando è interdetto. Il consumo si manifesta invece durante le commutazioni, a causa della capacità di ingresso che deve essere caricata e scaricata, ma ciò assume importanza soltanto nei MOS di potenza, nei quali la capacità raggiunge valori di migliaia di picofarad. Oppure nelle applicazioni con forte escursione voltaica a frequenze elevatissime.

Fig. 8 - Progetto di misuratore di campo in cui è montato un transistor MOS. Con il potenziometro R3 si tara l'indice dello strumento analogico (tester) nella posizione di centro scala e in assenza totale di campi elettrostatici.

COMPONENTI

Resistenze

R1 = 10.000 ohm
R2 = 330 ohm
R3 = 1.000 ohm (potenz. lin.)

Varie

MFT = BF960
P1 = pulsante (normal. aperto)
ALIM. = 9 Vcc

DUE TIPI DI MOS

Oltre che nelle due grandi famiglie di MOS a canale N e MOS a canale P, questo tipo di transistor, così come avviene per tutti quelli ad effetto di campo, conosce ancora una seconda suddivisione nelle due seguenti espressioni:

MOS a svuotamento

MOS a riempimento

La prima, che con termine anglosassone viene chiamata "depletion", è quella che presenta le cariche in assenza di polarizzazione dell'elettrodo di gate. Il che significa conduttività del transistor quando il gate si trova allo stesso potenziale elettrico della source. Pertanto, nei MOS a svuotamento, le cariche elettriche, se di segno opportuno, possono interferire con quelle del canale di conduzione, annullando la corrente o incrementandola, a seconda che esse siano di segno contrario od uguale. E questo è un fun-

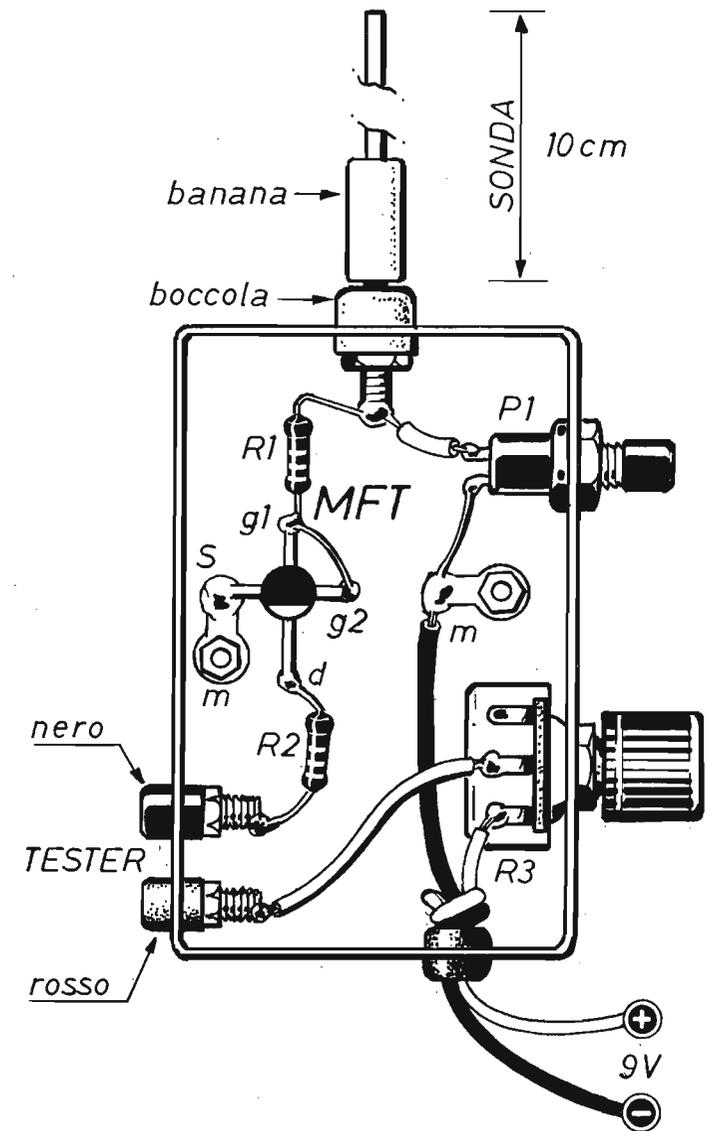



Fig. 9 - Piano costruttivo del misuratore di campo, nel quale il tester può essere sostituito con un milliamperometro da 5 mA f.s. Il transistor MFT rimane sollevato dal fondo del contenitore e meccanicamente irrigidito per mezzo del collegamento source-massa.

zionamento particolarmente vantaggioso per i piccoli segnali.
La seconda categoria, quella a riempimento, "enhancement" in inglese, in assenza di polarizzazione di gate interdice il canale, che rimane privo di cariche per la conduzione. Mentre quelle indotte dal gate possono avviarla o bloccarla ulteriormente a seconda del segno, ovvero

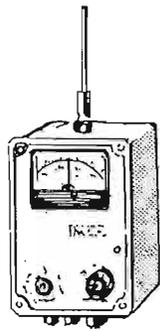



Fig. 10 - Questa composizione del pannello frontale del misuratore di campo, che non riflette quella suggerita dal piano di cablaggio di figura 9, può rappresentare una delle tante versioni accettabili dello strumento.

il transistor presenta una soglia di tensione che, a seconda del modello di MOS, può variare fra 0,5 V e 3 V. E questo comportamento è vantaggioso per le logiche ed i circuiti di potenza.

PARTICOLARITÀ STRUTTURALI

Assai più comune del MOS ad un solo gate, è il modello a doppio gate la cui struttura fisica è interpretata dal disegno a sinistra di figura 2; sulla destra della stessa figura è riportato il simbolo elettrico di questo tipo di MOS, la cui interpretazione circuitale teorica viene offerta dallo schema di figura 3, dal quale si deduce che il secondo MOS, aggiunto al primo, funge da resistenza variabile per il controllo di MFT1 durante il suo lavoro di amplificatore.
E' stato detto che i transistor ad effetto di campo, in tecnologia MOS, debbono avere il gate protetto contro le tensioni elevate incidentali. Tale protezione si ottiene integrando nello stesso componente due coppie di diodi zener in antiserie, come segnalato nello schema di figura 4.
Per interpretare il comportamento dei diodi zener in presenza di segnali, sul gate, con tensioni pericolose, basta osservare i due schemi pubblicati in figura 5. Quello a sinistra, infatti, protegge il transistor MOS da segnali positivi di tensione elevata, quello a destra svolge lo stesso compito contro i segnali negativi pericolosi per il gate. Quando nel circuito A perviene il segnale positivo, di valore di tensione superiore ai 10 V, questo subisce una opportuna limitazione da parte dello zener DZ1, che si comporta come un normale diodo al silicio e che, proprio per questo motivo, è stato disegnato con il simbolo corrispondente. Il secondo semiconduttore, invece, ossia lo zener DZ2 svolge le funzioni caratteristiche degli zener da 10 V. Queste stesse osservazioni si estendono al circuito B di figura 5, dove si nota la diversa disposizione dei diodi in presenza di segnale negativo sul gate del MOS.
Un tempo, quando i transistor MOS non integravano i diodi zener di protezione degli elettrodi di gate, la difesa contro le scariche elettrostatiche si effettuava nel modo segnalato in figura 6, mediante l'inserimento di una piccola molla.
Giunti a questo punto, possiamo invitare il lettore a far uso del transistor MOS in due pratiche applicazioni, quella di uno stadio amplificatore, riportata in figura 7 e l'altra, forse più interessante, di un rivelatore di campi elettrostatici. In entrambe il MOS è sempre di tipo a canale N. Perché quelli a canale N sono transistor che conducono meglio, dato che risulta superiore in essi la velocità dei portatori maggioritari.
Nel circuito dell'amplificatore di figura 7, del quale non viene pubblicato il corrispondente schema pratico, il lettore potrà controllare i diversi valori delle tensioni segnalate nel progetto, ricordando che la Vg2 va rilevata fra il gate g2 e la linea di alimentazione negativa VSS, la Vs tra la source e la linea VSS, la Vd fra il drain e la VSS ed infine la Vg1 fra la source ed il gate 1.

RIVELATORE DI CAMPO

Il semplice progetto pubblicato in figura 8 è quello di un dispositivo rivelatore di campi elettrostatici. Il suo impiego va fatto in quelle situazioni in cui si presume la presenza di linee di forza elettrostatiche provenienti da cariche elettriche statiche positive o negative, onde valutarne, sulla scala di un milliamperometro, la grandezza fisica.
Il circuito di figura 8 è composto da due resistenze, da un potenziometro di tipo a variazione lineare, da un pulsante normalmente aperto e da un transistor MOS. L'alimentazione è derivata da una piccola pila a 9 V, mentre le segnalazioni si possono leggere sul quadrante di un tester, commutato nella funzione di milliamperometro e sulla portata di 5 mA fondo-scala, oppure su apposito strumento di misura per correnti continue della medesima intensità.
La realizzazione del rivelatore di campo si ottiene nel modo segnalato in figura 9, che ne costituisce il piano di cablaggio. Il conduttore sonda è rappresentato da uno spezzone di filo di rame, di un certo spessore e della lunghezza di 10 cm. Su una delle due estremità di questo si fissa uno spinotto, mentre la corrispondente presa, applicata al contenitore metallico del rivelatore di campo, deve identificarsi con una boccola in ceramica.
Il transistor MOS MFT rimane sollevato dal fondo del contenitore tramite il collegamento dell'elettrodo di source (s) con la massa (m).
La figura 10 interpreta un possibile aspetto esteriore del rivelatore di campo; sul pannello frontale dell'apparato sono presenti la scala dello strumento ad indice, il comando di taratura ed il pulsante. Ma questa disposizione pratica dei vari elementi non rispecchia esattamente il sistema di montaggio proposto in figura 9 che, in ogni caso, può essere eseguito a piacere dell'operatore, senza particolari prescrizioni.
Per quanto riguarda la taratura del rivelatore di campo, questa si esegue tenendo la sonda ben lontana da campi elettrostatici e regolando il potenziometro R3 in modo che l'indice dello strumento analogico si stabilisca esattamente al centro-scala, ovviamente dopo aver premuto il pulsante P1.
Per individuare la presenza di campi elettrostatici e valutarne l'entità, si avvicina la sonda al corpo elettrizzato tenendo premuto P1. Se l'indice del milliamperometro si sposta verso destra, ciò starà a significare che ci si trova in presenza di un campo elettrico positivo, altrimenti, spostandosi l'indice verso l'inizio scala, si dovrà dedurre che il campo elettrostatico è di segno negativo.

VENDITE ACQUISTI PERMUTE

Di questa Rubrica potranno avvalersi tutti quei lettori che sentiranno la necessità di offrire in vendita, ad altri lettori, componenti o apparati elettronici, oppure coloro che vorranno rendere pubblica una richiesta di acquisto od un'offerta di permuta.
Elettronica Pratica non assume alcuna responsabilità su eventuali contestazioni che potessero insorgere fra i signori lettori e sulla natura o veridicità del testo pubblicato. In ogni caso non verranno accettati e, ovviamente, pubblicati, annunci di carattere pubblicitario.
Coloro che vorranno servirsi di questa Rubrica, dovranno contenere il testo nei limiti di 40 parole, scrivendo molto chiaramente (possibilmente in stampatello).

VENDO su commissione, vari circuito elettrici o kit montati. Eseguo circuiti stampati per fotoincisione a L. 100 cmq.
DE MARCO MASSIMO - Via Canzone del Piave, 23 - 00144 ROMA Tel. (06) 5010464

VENDO riviste di elettronica, rivista Militare e i Treni Oggi (richiedere elenco). Cedo molti componenti, valvole, schede di recupero, radio, rasoi elettrici funzionanti e non. Cedo ancora componenti Geloso e saldatore Weller.
RICCI LEONARDO - ROMA Tel. (06) 5010798

VENDO oscilloscopio valvolare doppia traccia Tektronix mod. 545 A, funzionante, in più regalo altro oscilloscopio valvolare da riparare. Il tutto a L. 300.000.
ANTONIO - FORIO D'ADDA (Napoli) Tel. (081) 998185

VENDO RTX President Jackson 226 ch AM FM SSB in buono stato L. 200.000. Vendo inoltre coppia multimetri digitali Sinclair PIM 35 mai usati a L. 45.000 cadauno.
VITALIANO Tel. (0823) 386917

OCCASIONE unica - PC 128 S Olivetti con unità centrale + tastiera + schermo fosfori verdi + 16 giochi + 3 programmi gestionali + disco introduttivo + joystick professionale + manuale per l'uso + riviste con programmi. Tutto in imballaggio originale L. 600.000 trattabili.
ARMONIA GIANLUCA - Via Roma Km 0,800 - 04012 CISTERNA (Latina) Tel. (06) 9682077 ore serali

VENDO videotel Omega 1000 funzionante a L. 200.000 trattabili. Oscilloscopio Textronix mod. 453A-4 60 MHz a L. 300.000. Telaietti RTX recuperati da autotelefoni funzionanti MHz 450 a L. 100.000 trattabili.
MARIANI - Tel. (0360) 861546 ore serali

IL SERVIZIO È COMPLETAMENTE GRATUITO

PERMUTO telescopio marca Konus, mai usato, D = 76 mm, F = 1.200 mm, completo di 3 oculari accessori vari e montatura equatoriale con cavalletto in alluminio, con corso di elettronica e TV b.n. della S.R.E. senza materiali, purché su dispense originali.
PATERNUOSTO FRANCO - Via Montello, 8 - 28100 NOVARA Tel. (0321) 391817 ore 16 - 20

CERCO disperatamente integrato tipo ECL95H28 che attualmente non è più in commercio. Acquisto anche più di un pezzo.
LETTIERI ANTONIO - Vicolo Gorgo, 15 - 33100 UDINE Tel. (0432) 25248 dalle 12 alle 15 e dalle 19 alle 20,30

VENDO sistema Commodore, composto da: Commodore 64, registratore 1530, printer plotter 1520, trasformatore di alimentazione, valigetta contenente programmi, joystick, cavi di connessione e manuali di utilizzazione. Il tutto funzionante ed imballato.
GUALANDRIS LUCA - VEDANO AL LAMBRO (Milano) Tel. (039) 491867

ESEGUO costruzioni di circuiti stampati forati e prestagnati a L. 80 cmq + L. 1.000 per spese postali. Inviare schema e relativo importo.
RONCONI IVANO - Via Trario, 555 - 47040 VILLA VERUCCHIO (Forlì)

CERCO utenti di Olivetti PC 128 5 con i quali scambiare listati, giochi, utilities, diskettes, ecc.
CABONI FRANCESCO - Via Adigen, 38 - 09037 S. GAVINO MONREALE (Cagliari) Tel. (070) 9338706 dopo le ore 14

CERCO con urgenza transistor ZXT300 e diodo tunnel 1N2939. Chi ne fosse in possesso o sapesse dove reperirli, è pregato di mettersi in contatto.
MEINARSI NESSI MASSIMILIANO - Via Mantova, 3 - 10153 TORINO Tel. (011) 5214188

VENDO 4 IC CD 4093 a L: 1.000; vendo confezione mista di componenti a L. 10.000 e realizzo luci supercar di qualsiasi tipo.
BIS STEFANO - TREVISO Tel. (0438) 86662 ore 19 - 20

VENDO computer Commodore 128 + drive con molti giochi, programmi ed accessori a prezzo ragionevole.
CAVALLINI ALESSANDRO - GOVERNOLO (Mantova) Tel. (0376) 668541 dopo le 19

VENDO corso Radio TV color completo della Scuola Radio Elettra. Ancora imballato. Prezzo da concordare.
CHICHIERCHIA VINCENZO - Via Pio XI n° 21 - CARUGATE (Milano) Tel. (02) 9245474

PER I VOSTRI INSERTI

I signori lettori che intendono avvalersi della Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute » sono invitati ad utilizzare il presente tagliando.

TESTO (scrivere a macchina o in stampatello)

____

____

____

____

____

____

Inserite il tagliando in una busta e spedite a:

ELETTRONICA PRATICA

- Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute »
Via Zuretti, 52 - MILANO.

LA POSTA DEL LETTORE

Tutti possono scriverci, abbonati o no, rivolgendoci quesiti tecnici inerenti a vari argomenti presentati sulla rivista. Risponderemo nei limiti del possibile su questa rubrica, senza accordare preferenza a chicchessia, ma scegliendo, di volta in volta, quelle domande che ci saranno sembrate più interessanti. La regola ci vieta di rispondere privatamente o di inviare progetti esclusivamente concepiti ad uso di un solo lettore.

UN TERMOMETRO DAL TESTER

Molto spesso, durante i miei esperimenti di laboratorio, oppure quando sto riparando certi apparati elettronici, ho avvertito la neccessità di rilevare la temperatura di parti o componenti circuitali. Sia per rendermi conto se questi si riscaldano entro la gamma di valori termici consentita, sia per evitare una loro prematura distruzione. So bene che la prova empirica con il dito, da molti esercitata e che, press'a poco, può misurare fino a 50°C, in molti casi può ritenersi soddisfacente, ma mi è pure noto che alcuni elementi, come ad esempio parte delle resistenze, possono lavorare fino a 100°C ed anche 150°C e che porre l'epidermide a contatto di questi può essere assai pericoloso. Ho pensato quindi di chiedere aiuto, per questi particolari interventi, al mio tester elettronico digitale di buona qualità, trasformandolo per l'occasione in un termometro a rilevamenti rapidi e precisi. Certamente dopo aver ascoltato i vostri consigli e conosciuto un funzionale circuito adattatore di vostra progettazione. Perché il dispositivo analogo, appositamente concepito a tale scopo e prodotto dalla stessa industria costruttrice del multimetro digitale, viene a costare troppo, più dello stesso strumento di misura.

GALLI MASSIMO
Trieste

Anche se molto costosa, la soluzione tecnica al suo problema, proposta dalla casa costruttrice del tester tramite apposito apparato adattatore, deve ritenersi la migliore fra ogni altra possibile, mentre sono addirittura sconsigliabili quelle suggerite da costruttori diversi che, generalmente, all'atto dell'abbinamento, si rivelano incompatibili. Pur tuttavia, se lei è disposto a tollerare qualche pratico disagio, durante le manovre di impiego del termometro, può ricorrere all'espediente della composizione di una sonda con resistenza a coefficiente negativo, certamente con una spesa modestissima. La NTC deve essere scelta fra i modelli a vasta gamma di temperature, come la Philips 2322 - 633 - 72224, che opera fra — 25°C e + 300°C e che deve essere protetta con una goccia di silicone e collegata, tramite normali cavetti e spinotti, all'ingresso del tester per misure di resistenze. Per il rilevamento delle temperature, si può ritenere che la resistenza varia nella misura del 4%, circa, ad ogni variazione di grado centigrado. Dunque, sapendo che a 25°C questa vale 22.000 ohm, è possibile comporre una tabella di letture approssimate con l'aiuto di una calcolatrice e moltiplicare sempre per 0,96 i valori individuati, a partire da quello di 22.000 ohm di 25°C. Per una maggiore precisione, invece, conviene tarare la sonda su due punti: 0°C (ghiaccio fondente) e 100°C (acqua bollente).

OSCILLATORE BF

Con un dispositivo semplice ed economico, privo di circuiti integrati, vorrei esercitarmi nello studio del codice Morse. Se possibile, gradirei lo schema di un progetto con ascolto in altoparlante con impedenza di 100 ohm.

FABBRO VITTORIO
Treviso

La frequenza del suono in AP si aggira intorno agli 800 ÷ 900 Hz. Dimensioni la resistenza R6 in modo da evitare eccessivi riscaldamenti di TR3 e per il miglior ascolto, scegliendo il valore più adatto fra 100.000 ohm e 330.000 ohm. Eliminando R6, può alimentare l'apparato con pile.

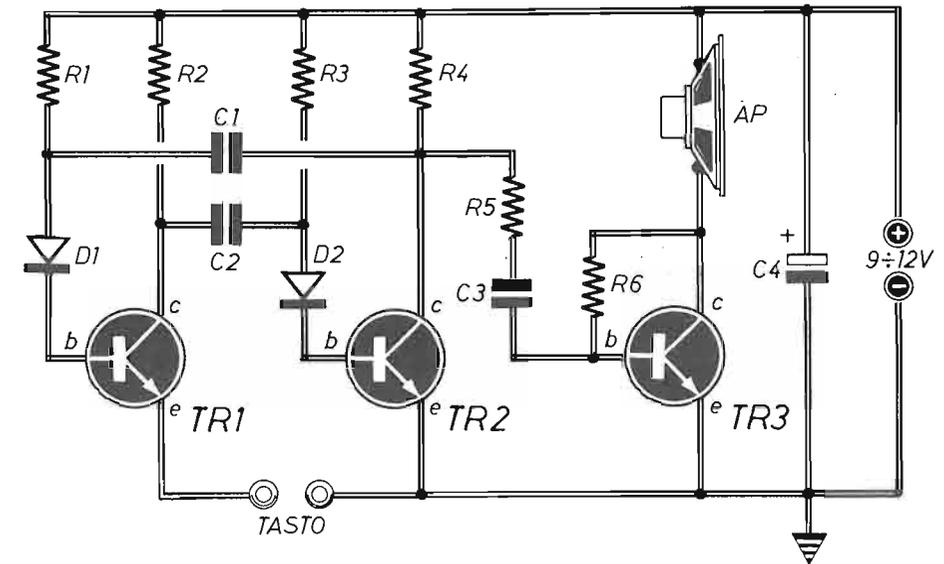
Condensatori

C1 = 5.000 pF
C2 = 5.000 pF
C3 = 2 µF (non polarizz.)
C4 = 100 µF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 100.000 ohm - 1/2 W
R2 = 10.000 ohm - 1/2 W
R3 = 100.000 ohm - 1/2 W
R4 = 10.000 ohm - 1/2 W
R5 = 4.700 ohm - 1/2 W
R6 = 100.000 ohm ÷ 300.000 ohm - 1 W

Varie

TR1 = BC107
TR2 = BC107
TR3 = 2N1711
D1 = 1N914
D2 = 1N914
AP = 100 ohm
ALIM. = 9 Vcc ÷ 12 Vcc

PREAMPLIFICATORE PER FM

L'emittente a modulazione di frequenza, a 100 MHz circa, che abitualmente ascolto, è assai debole. Quale preamplificatore mi consigliate di inserire fra l'antenna esterna e l'entrata del ricevitore?

CARRARA MARINO
Siena

Inserisca questo dispositivo, nel quale il primario (a) di L1 è composto da 6 spire compatte di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm, mentre il secondario (b) è formato da 6 spire spaziate di filo di rame smaltato da 0,6 mm di diametro. La bobina L1 è avvolta su un supporto di materiale isolante, di forma cilindrica, del diametro di 4 mm. Su identico supporto è avvolta la bobina L2, il cui secondario (b) è uguale a quello di L1, mentre il primario (a) è formato da sole 2 spire spaziate (filo da 0,3 mm). Le due bobine debbono rimanere schermate. La taratura dei compensatori si esegue in modo da ottenere il massimo segnale in uscita. Tutti i condensatori debbono essere di tipo ceramico. Il collegamento d'ingresso è previsto per linea coassiale a 75 ohm e la stessa cosa vale per l'uscita.

Condensatori

C1 = 5/60 pF (compens.)
C2 = 1.000 pF
C3 = 100.000 pF
C4 = 1.000 pF
C5 = 100.000 pF
C6 = 1.000 pF
C7 = 5/60 pF (compens.)

Resistenze

R1 = 1 megaohm - 1/4 W
R2 = 22.000 ohm (trimmer reg. sens.)
R3 = 10.000 ohm - 1/4 W
R4 = 10.000 ohm - 1/4 W
R5 = 220 ohm - 1/4 W
R6 = 220 ohm - 1/4 W

Varie

MFT = BF960 (BF900)
J1 = imp. RF (VK200)
ALIM. = 13,5 Vcc

FILTRO A 800 Hz

Per migliorare l'ascolto in cuffia del mio ricevitore radio, durante l'ascolto dei segnali in codice morse, vorrei applicare in uscita un filtro di bassa frequenza centrato sul valore di 800 Hz. Vi ricordo che il trasduttore acustico presenta un'impedenza di 8 ohm.

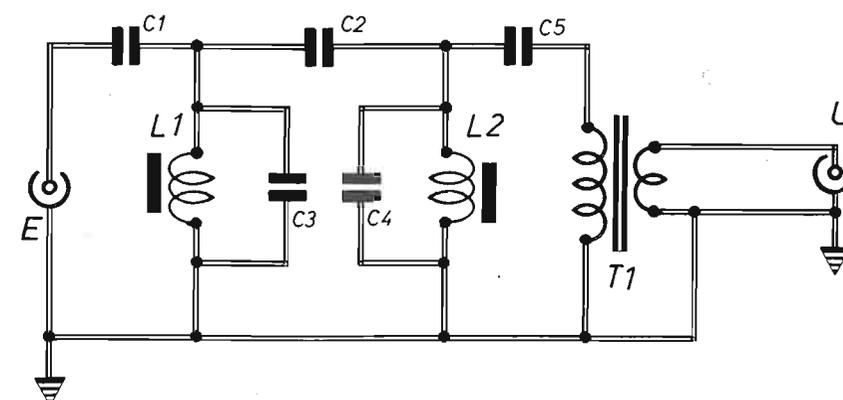
ZAVATTARI CLAUDIO
Milano

Le impedenze da 88 mH, impiegate in questo circuito, venivano un tempo montate nei dispositivi elettromeccanici per RTTY e sono ancor oggi reperibili presso i mercati surplus. Per raggiungere i valori prescritti per i condensatori C2 - C3 - C4, si debbono collegare più elementi in parallelo fra loro. L'entrata E va connessa con l'uscita per cuffia del ricevitore radio.

Condensatori

C1 = 100.000 pF
C2 = 82.000 pF
C3 = 430.000 pF
C4 = 430.000 pF
C5 = 100.000 pF

Varie

L1 = imp. 88 mH
L2 = imp. 88 mH
T1 = trasf. d'uscita
CUFFIA = 8 ohm

INSERIMENTO DEL BFO

Trovandomi in possesso di un ricevitore di provenienza surplus, con media frequenza di 9 MHz e idoneo alla sola ricezione AM, posso accoppiare a questo un BFO? In caso affermativo, potreste pubblicarne lo schema?

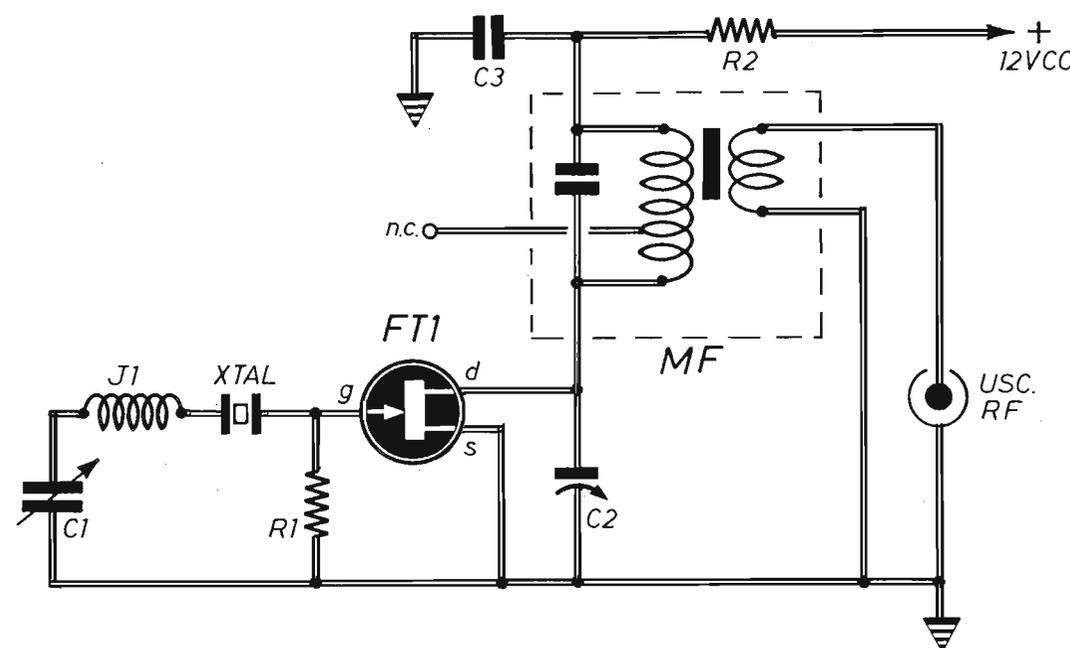
LUINI CARLO
Torino

Questo progetto si addice pure a chi serve un classico oscillatore a 9 MHz per generare SSB o DSB. Con C1 si regola la frequenza per variazioni di ± 2 KHz, onde selezionare l'ascolto o la generazione della LSB o USB. C2 va regolato per il massimo segnale in uscita. Se impiegato come rivelatore SSB, l'uscita del circuito va collegata con il rivelatore AM tramite un piccolo condensatore da 3 ÷ 10 pF. Quando l'oscillatore lavora su 8,9985 MHz (— 1.500 Hz), si riceve la USB e, viceversa la LSB, a 9,0015 MHz. I collegamenti in uscita vanno eseguiti con cavo coassiale.

Condensatori

C1 = 50 pF (variabile)
C2 = 60 pF (compensatore)
C3 = 100.000 pF

Resistenze

R1 = 47.000 ohm - 1/2 W
R2 = 220 ohm - 1/2 W

Varie

FT1 = 2N3819
J1 = imp. RF (10 ÷ 22 µH)
XTAL = 9,000 MHz
MF = media freq. (rosa) - 10,7 MHz
ALIM. = 12 Vcc (stabilizz.)

MOTORINO PER MODELLISMO

Vorrei adattare un motorino elettrico a 12 Vcc - 100 mA ad un impiego elettromeccanico per modellisti. Ma la velocità dovrebbe essere costante nel tempo con la maggior precisione possibile, pur non essendo perfettamente stabile l'alimentazione a 12 Vcc.

MERLINO VINCENZO
Napoli

Applichi questo circuito in cui IC1 è uno stabilizzatore di velocità per motorini di registratori video, nel quale m = massa, r = regolazione, u = uscita. Con R2 si fissa la velocità desiderata.

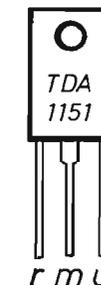
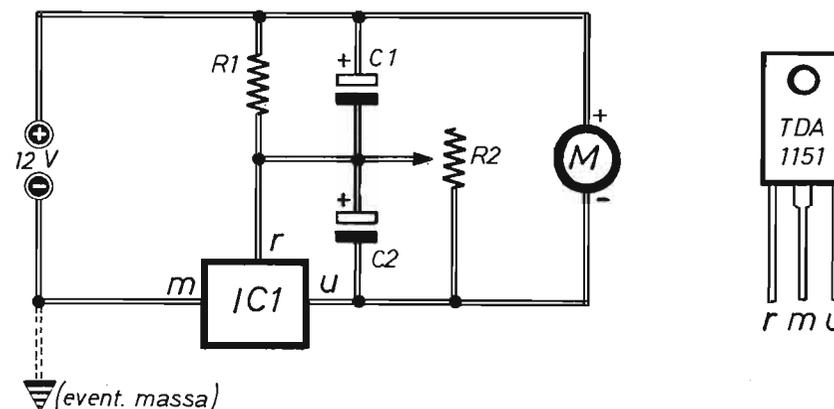
Condensatori

C1 = 22 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C2 = 2,2 µF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenze

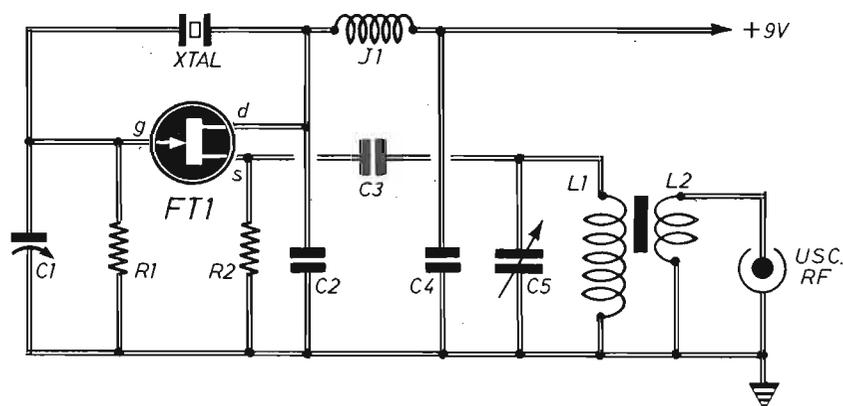
R1 = 290 ohm - 1 W
R2 = 1.000 ohm (potenz. lin.)

Varie

IC1 = TDA 1151
M = motore (12 Vcc - 100 mA)
ALIM. = 12 Vcc

UN RIPARATORE CB

Da qualche tempo a questa parte mi sto dedicando alla riparazione di ricetrasmettitori CB. Ora, per snellire il mio lavoro, vorrei introdurre nel laboratorio un piccolo generatore di segnali RF, che lavori su uno qualsiasi dei canali CB.

REBAUDO PIPPO
Firenze

Questo circuito genera segnali ogni 100 KHz. La bobina L1 è composta da 10 spire di filo di rame smaltato, del diametro di 0,6 mm, avvolte su supporto di diametro 6 mm. Per L2 occorrono 6 spire dello stesso tipo di filo conduttore. Il supporto deve essere dotato di nucleo regolabile.

Condensatori

C1 = 60 pF (compensatore)
C2 = 1.000 pF
C3 = 10 pF
C4 = 100.000 pF
C5 = 25 pF (variabile)

Resistenze

R1 = 1 megaohm - 1/2 W
R2 = 1.000 ohm - 1/2 W

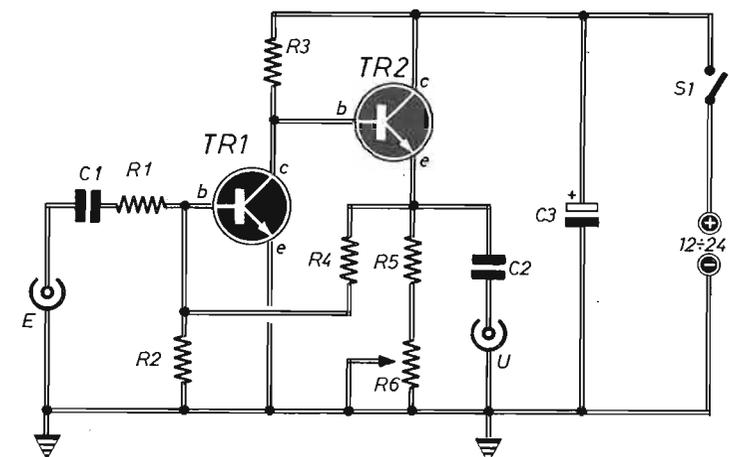
Varie

FT1 = 2N3819
XTAL = 100 KHz
J1 = 10 mH
L1-L2 = bobine
ALIM. = 9 Vcc (stabilizz.)

AMPLIFICATORE LINEARE

Gradirei veder pubblicato quanto prima lo schema di un semplice amplificatore BF a larga banda, lineare, composto con soli transistor.

VOLPATO STEFANO
Verona

Questo dispositivo amplifica fra i 10 Hz e i 100.000 Hz. Il trimmer R6 si regola per raggiungere il miglior segnale in uscita. TR2 deve essere munito di un piccolo radiatore. Tenga presente che l'impedenza d'entrata è medio-bassa, quella d'uscita è bassa.

Condensatori

C1 = 1 µF (non polarizzato)
C2 = 5 µF (non polarizzato)
C3 = 10 µF - 36 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 33 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm - 1/4 W
R3 = 1.000 ohm - 1/4 W
R4 = 4.700 ohm - 1/4 W
R5 = 100 ohm - 1 W
R6 = 470 ohm (trimmer)

Varie

TR1 = BC108
TR2 = 2N1711
S1 = interrutt.
ALIM. = 12 ÷ 24 Vcc

IMPIEGO DELL'INTEGRATO TDA 2020

Con l'integrato TDA 2020 e la tensione di alimentazione a 24 Vcc, vorrei comporre il circuito di un amplificatore di bassa frequenza con potenza d'uscita massima di 16 W.

PISANO GIAMPIERO
Arezzo

Nel realizzare questo circuito si ricordi di equipaggiare IC con adatto radiatore e di regolare R4 in modo che sul piedino 12 dell'integrato il valore della tensione sia esattamente la metà di quello di alimentazione. I collegamenti con l'entrata debbono essere schermati.

Condensatori

C1 = 2,2 µF
C2 = 47 µF - 26 VI (elettrolitico)
C3 = 100.000 pF
C4 = 86 pF
C5 = 10 µF - 16 VI (elettrolitico)
C6 = 100.000 pF

Resistenze

R1 = 22.000 ohm - 1/2 W
R2 = 100.000 ohm - 1/4 W
R3 = 86.000 ohm - 1/4 W
R4 = 47.000 ohm (trimmer)
R5 = 47.000 ohm - 1/4 W
R6 = 470 ohm - 1/4 W
R7 = 4,7 ohm - 1/4 W

Varie

IC = TDA 2020
AP = 4 ohm
ALIM. = 14 Vcc ÷ 24 Vcc

offerta speciale!

NUOVO PACCO DEL PRINCIPIANTE

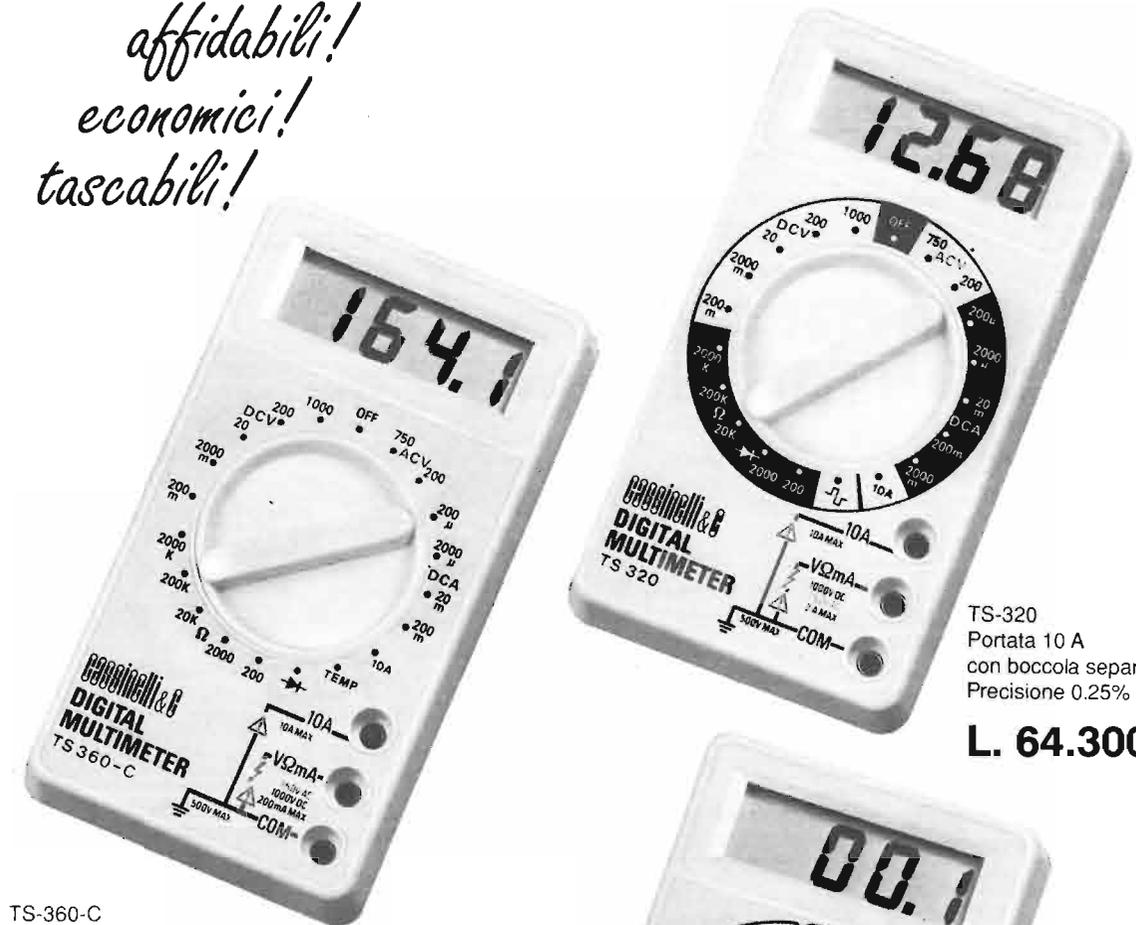
Una collezione di dieci fascicoli arretrati accuratamente selezionati fra quelli che hanno riscosso il maggior successo nel tempo passato.

L. 15.000

Per agevolare l'opera di chi, per la prima volta è impegnato nella ricerca degli elementi didattici introduttivi di questa affascinante disciplina che è l'elettronica del tempo libero, abbiamo approntato un insieme di riviste che, acquistate separatamente verrebbero a costare L. 4.500 ciascuna, ma che in un blocco unico, anziché L. 45.000, si possono avere per sole L. 15.000.

Richiedeteci oggi stesso IL PACCO DEL PRINCIPIANTE inviando anticipatamente l'importo di L. 15.000 a mezzo vaglia postale, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

STRUMENTI DI MISURA

affidabili!
economici!
tascabili!

TS-320
Portata 10 A
con boccola separata
Precisione 0.25%

L. 64.300

TS-360-C
Misure di temperatura
e portata 10 A
con boccola separata
Precisione 0.25%

L. 84.700

TS-361
Dotato con
iniettore di segnali
Precisione 0.25%

L. 58.500

Ogni strumento è corredato di libretto di istruzioni, batteria di alimentazione e borsa custodia antiurto.

Caratteristiche generali e dettagliate possono essere richieste prima dell'acquisto inviando francobolli per L. 700.

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

MICROTRASMETTITORE FM 52 MHz ÷ 158 MHz

IN SCATOLA DI MONTAGGIO

L. 24.000

Funziona anche senza antenna. È dotato di eccezionale sensibilità. Può fungere da radiomicrofono e microspia.

L'originalità di questo microtrasmettitore, di dimensioni tascabili, si ravvisa nella particolare estensione della gamma di emissione, che può uscire da quella commerciale, attualmente troppo affollata e priva di spazi liberi.

CARATTERISTICHE

EMISSIONE	: FM
GAMME DI LAVORO	: 52 MHz ÷ 158 MHz
ALIMENTAZIONE	: 9 Vcc ÷ 15 Vcc
ASSORBIMENTO	: 5 mA con alim. 9 Vcc
POTENZA D'USCITA	: 10 mW ÷ 50 mW
SENSIBILITÀ	: regolabile
BOBINE OSCILL.	: intercambiabili
DIMENSIONI	: 6,5 cm × 5 cm

La scatola di montaggio del microtrasmettitore, nella quale sono contenuti tutti gli elementi riprodotti qui sopra, costa L. 24.000. Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 intestato a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.